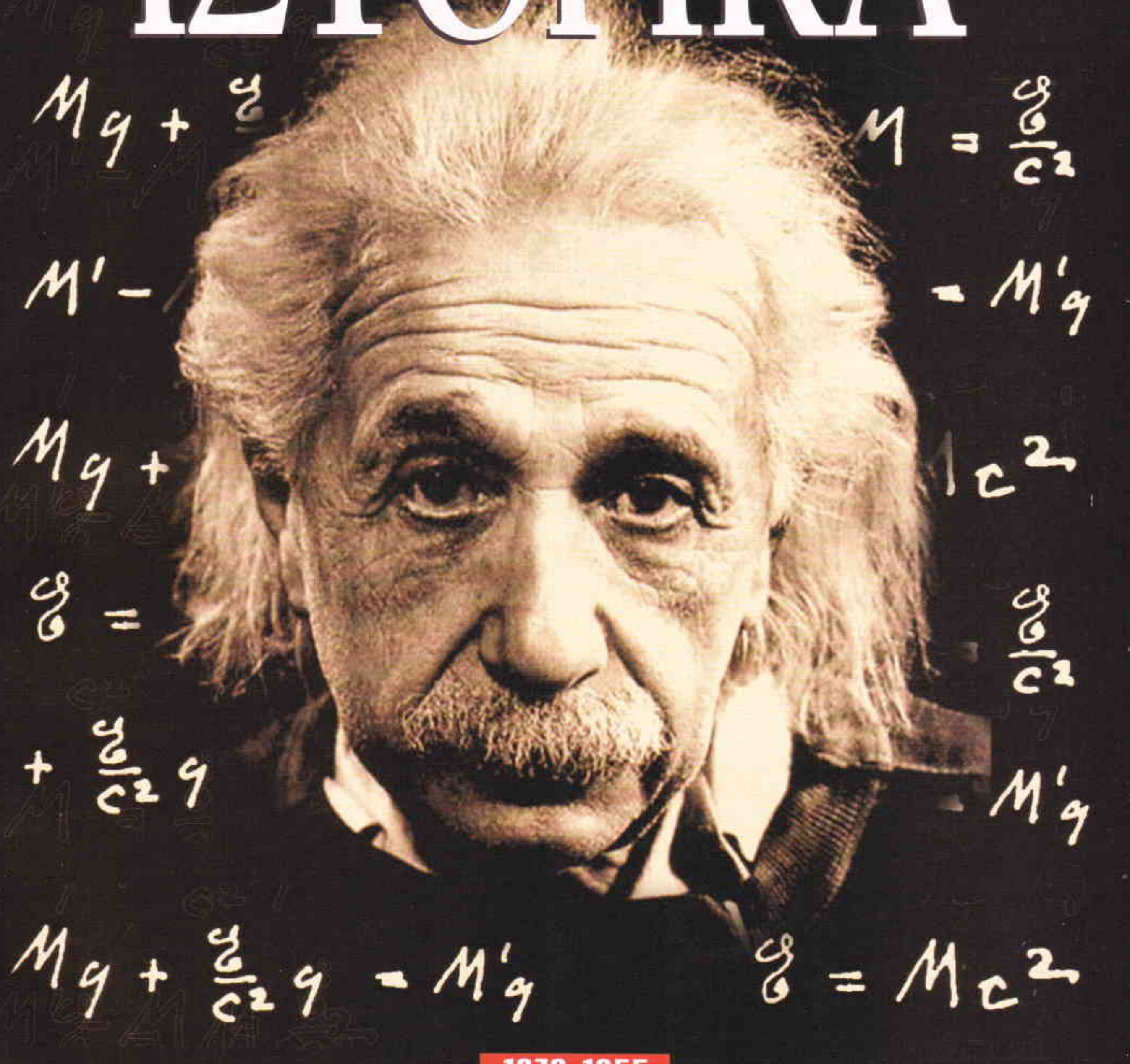
ΕΛΕΥΘΕΡΟΤΥΠΙΑ 20 ΜΑΪΟΥ 2004

# ΙΣΤΟΡΙΚΑ

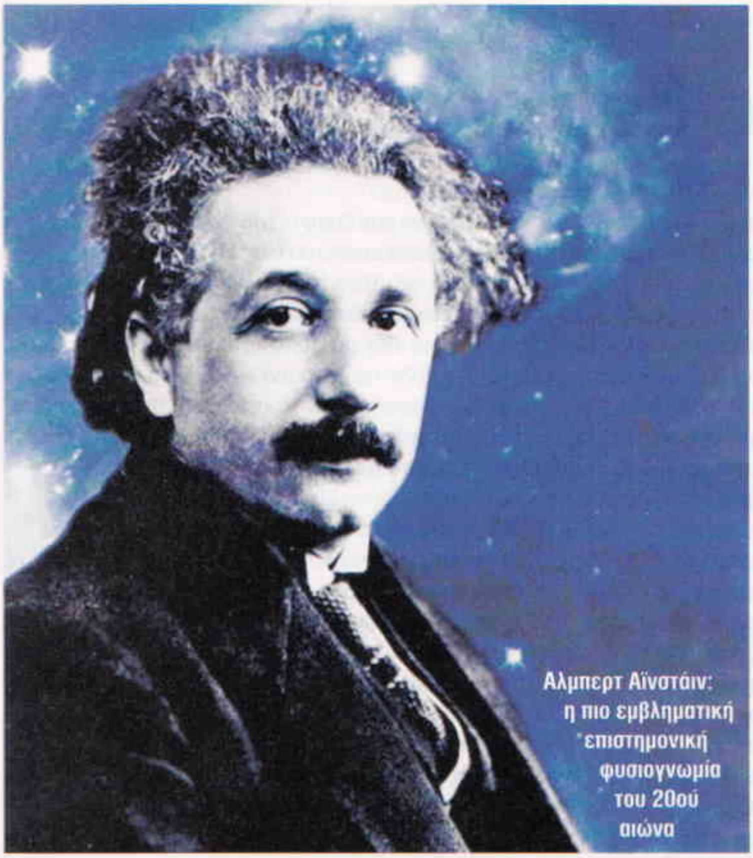
237



1879-1955

# Αλμπερτ Αϊνστάιν

# ΙΣΤΟΡΙΚΑ



Αλμπερτ Αϊνστάιν: η πιο εμβληματική επιστημονική φυσιογνωμία του 20ού αιώνα

# Ο άνθρωπος που ερμήνευσε το Σύμπαν

**Ο ΕΒΡΑΪΚΗΣ ΚΑΤΑΓΩΓΗΣ** ανήσυχος και μέτριος μαθητής Αλμπερτ Αϊνστάιν κατάφερε να αναδειχθεί στον επιφανέστερο φυσικό της εποχής του με την εργασία του για τη Θεωρία της Σχετικότητας, η οποία θεμελίωσε την επιστήμη της Κοσμολογίας.

Σε ηλικία 28 χρόνων, το 1907, παρουσίασε τη διάσημη εξίσωσή του και άρχισε να διδάσκει στα Πανεπιστήμια της Ζυρίχης, της Πράγας και του Βερολίνου, για να φτάσει το 1921 να πάρει το βραβείο Νόμπελ για την ανακάλυψη του νόμου του φωτοηλεκτρικού φαινομένου.

Η εβραϊκή καταγωγή του γίνεται η αιτία να εξαπολυθεί εναντίον του διωγμός με την άνοδο του Χίτλερ στην εξουσία. Οι ναζιστές καίνε τα βιβλία του και οι Γερμανοί εθνικοσοσιαλιστές φυσικοί καταδικάζουν ομόφωνα τη Θεωρία της Σχετικότητας.

Αποδέχεται μια θέση στο Πανεπιστήμιο του Πρίνστον.

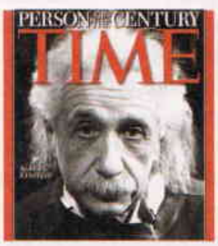
Είναι αυτός που θα εισηγηθεί στον Ρούζβελτ το 1939 την κατασκευή της ατομικής βόμβας –όχι όμως και τη χρήση της– για να σταματήσει η γερμανική επιθετικότητα. Και είναι ο ίδιος που τη χρονιά του θανάτου του, το 1955, θα συνυπογράψει δήλωση με τον Μπέρτραντ Ράσελ υπέρ της ειρηνικής επίλυσης των διαφορών των μεγάλων δυνάμεων.

ΒΑΓΓΕΛΗΣ ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ

## Το χρονικό




**ΣΤΑΘΜΟΙ ΤΗΣ ΖΩΗΣ ΤΟΥ**
Οι σπουδές, οι επιστημονικές εργασίες του, η αναγνώριση 6




**ΧΩΡΟΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΣ**
Τα παράξενα φαινόμενα της Θεωρίας της Σχετικότητας 24



**Η ΑΤΟΜΙΚΗ ΒΟΜΒΑ**
Οι επιστολές στον Ρούζβελτ. «Εκανα ένα σφάλμα...» 34



**Υπεύθυνος έκδοσης** ΒΑΓΓΕΛΗΣ ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ

**Σύνταξη ύλης** ΝΑΣΟΣ ΓΚΟΛΕΜΗΣ
**Σύμβουλος έκδοσης** ΣΤΕΡΙΟΣ ΦΑΣΟΥΛΑΚΗΣ
**Συντονισμός - επιμέλεια** ΝΙΚΟΣ ΒΑΡΔΙΑΜΠΑΣΗΣ
**Μόνιμοι συνεργάτες** ΦΑΙΔΩΝ ΜΑΛΙΓΚΟΥΔΗΣ
ΒΑΣΙΛΗΣ ΚΑΡΔΑΣΗΣ - ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ
**Ηλεκτρονική διεύθυνση** istorika@enet.gr

**Σ' αυτό το τεύχος συνεργάστηκαν**
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Ε. ΒΑΓΙΟΝΑΚΗΣ
ΜΑΝΟΣ ΔΑΝΕΖΗΣ
ΣΤΡΑΤΟΣ ΘΕΟΔΟΣΙΟΥ
ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΝΙΚΟΛΗΣ
ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΣΠΑΝΔΑΓΟΣ

**Δημιουργικό**
ΝΙΚΟΣ ΚΕΧΑΓΙΑΣ
ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΤΖΑΝΕΤΟΠΟΥΛΟΥ
ΣΟΦΙΑ ΔΡΑΚΑΚΗ
**Παραγωγή**
ΦΩΤΟΕΚΔΟΤΙΚΗ Α.Ε.
**Εκτύπωση-Βιβλιοδεσία**
Χ.Κ ΤΕΓΟΠΟΥΛΟΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ Α.Ε.



# Ενας «απείθαρχος» πολίτης

«Τους ανθρώπους πλάθουν οι περιστάσεις της στιγμής». Λίγοι και εκλεκτοί είναι τελικά εκείνοι που ο βίος και η πολιτεία τους, η πορεία της ζωής τους, δεν θα υποταχθούν στον πανάρχαιο αυτόν κανόνα, όπως τον διατυπώνει ο ποιητής (Σέξπιρ, *«Βασιλιάς Λιρ»*, 5.III: *«Men are as the time is»*). Στους λίγους αυτούς και εκλεκτούς ανήκει και ο Αλμπερτ Αϊνστάιν που, με την ιστορική του παρουσία, ρίχνει το δικό του φως στον αιώνα εκείνον, τον 20ό, που η ιδεολογία μετουσιώθηκε, με το Ολοκαύτωμα, σε απάνθρωπη πράξη, που ο σοσιαλισμός, με το σταλινισμό, αποδείχθηκε στην πράξη ως η «Μεγάλη Προδοσία» (M. Boveri) και που το κυνήγι των μαγισσών, με το μακαρθισμό, κατέπνιξε κάθε κριτική φωνή στην κοινωνία της σύγχρονής μας Υπερατλαντικής κοσμοκράτειρας.

Ναζισμός-σταλινισμός-μακαρθισμός, τα τρία ορόσημα που σημαδεύουν τον αιώνα που μόλις πέρασε, δεν πέτυχαν τελικά να εκμηδενίσουν το έργο του επιστήμονα, αλλά ούτε και να στερήσουν από τον ίδιο τη φωνή της αντίστασης. Σε αυτές τις *«περιστάσεις της στιγμής»* αντιστάθηκε με το λόγο και το έργο του ο πατέρας της Θεωρίας της Σχετικότητας, αποδεικνύοντας, για άλλη μια φορά, την αλήθεια της αρχαίας ρήσης ότι *«Πάντων χρημάτων άνθρωπος μέτρον είναι»* (Πρωταγόρας).

Την περίοδο της επώασης του «αβγού του φιδιού» στη Γερμανία του Μεσοπολέμου αισθάνθηκε στο πετσί του και ο ίδιος ο γόνος μιας εβραϊκής οικογένειας από την πόλη Ουλμ της Βαυαρίας, όταν, το 1920, καθηγητής πια στο Πανεπιστήμιο του Βερολίνου, θα έχει να αντιμετωπίσει τις συχνές διακοπές και τις προκλήσεις στις ώρες των πανεπιστημιακών του παραδόσεων από τους ακραιφνείς «αρίους» διαδηλωτές. Μια κατάσταση πραγμάτων, που θα οδηγήσει τελικά τον ίδιο (που θα αυτοχαρακτηριστεί τότε «εβραίος με φιλελεύθερο, διεθνιστικό φρόνημα») στην οριστική εγκατάλειψη της γενέτειράς του και στην εγκατάστασή του στις ΗΠΑ, όπου θα διδάσκει στο Πανεπιστήμιο του Πρίνστον μέχρι το θάνατό του, στις 18 Απριλίου 1955.

Από την πολιτεία του στη νέα του πατρίδα κάθε άλλο παρά ως «νομιμόφρων» στις επιταγές των κρατούντων θα αποδειχθεί ο βραβευμένος με Νόμπελ επιστήμονας. Η στράτευσή του με το κίνημα υπέρ του πυρηνικού αφοπλισμού των ΗΠΑ και η ενεργός συμμετοχή του στο κίνημα υπέρ των ανθρωπίνων δικαιωμάτων, αλλά και οι δημόσιες δηλώσεις του κατά του κυρίαρχου οικονομικού συστήματος (ως «οικονομική αναρχία» θα χαρακτηρίσει δημόσια τον καπιταλισμό) θα τον καταστήσουν ως έναν από τους εξέχοντες «συνοδοιπόρους» για τα λαγωνικά της επιτροπής κατά των «αντιαμερικανικών δραστηριοτήτων» του γερουσιαστή Μακάρθι. Σε 1.300 σελίδες θα διογκωθεί ο φάκελος, όπου το FBI του Edgar Hoover θα καταγράψει με κάθε λεπτομέρεια όλες τις πληροφορίες για την «ανατρεπτική πολιτική δραστηριότητα» του Αϊνστάιν. Μια δραστηριότητα, η οποία, ήδη στο λυκαυγές της περιόδου του Ψυχρού Πολέμου, θα βρεθεί στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος των καθεστωτικών ιαγών: *«Είναι πλέον καιρός να πληροφορηθεί ο αμερικανικός λαός για το ποιόν του Αϊνστάιν... θα έπρεπε να έχει ήδη διωχθεί ποινικά»* (δήλωση του John Rankin, μέλους του Κογκρέσου στις 25 Οκτωβρίου 1945). Τη δραστηριότητα της επιτροπής Μακάρθι θα χαρακτηρίσει ο Αϊνστάιν (ο οποίος, ωστόσο, ποτέ δεν κλήθηκε σε απολογία ενώπιον της περιβόητης επιτροπής) ως έναν *«ασυγκρίτως μεγαλύτερο κίνδυνο για την κοινωνία μας από εκείνον που θα συνιστούσαν οι λίγοι κομμουνιστές που υπάρχουν στη χώρα μας. Ολες αυτές οι έρευνες και οι ανακρίσεις έχουν ήδη υπονομεύσει σε έναν αξιόλογο βαθμό το δημοκρατικό χαρακτήρα της κοινωνίας μας...»*.

Μια υποθήκη που, μέχρι σήμερα, διατηρεί την αξία της.

***Φαίδων Μαλιγκούδη***

# αντί προλόγου

Ένας δημόσιος υπάλληλος γραφείου ευρεσιτεχνιών άλλαξε για πάντα την αντίληψή μας για το Σύμπαν. Αυτός ήταν ο Αλμπερτ Αϊνστάιν. Διατύπωσε την *Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας* από το 1905 και τη *Γενική Θεωρία της Σχετικότητας* από το 1916 κ.ε.

Στην *Ειδική Θεωρία* ασχολήθηκε με το φως και με το χρόνο. Ακόμη, με την ενέργεια που περιέχεται σε μία ποσότητα ύλης.

Το φως, σύμφωνα με τον Αϊνστάιν, αποτελείται από μεμονωμένα, ασυνεχή *«ποσά ενέργειας»* (κβάντα), που αργότερα ονομάστηκαν φωτόνια. Η ταχύτητα του φωτός στο Σύμπαν είναι σταθερή.

Το ίδιο όμως δεν συμβαίνει και με το χρόνο. Σύμφωνα με την κλασική Νευτώνεια Μηχανική, ο χρόνος είναι απόλυτος, ο ίδιος σε ολόκληρο το Σύμπαν· αυτός που καταγράφουν τα ρολόγια μας.

Σύμφωνα με τον Αϊνστάιν ο χρόνος δεν είναι ο ίδιος. Εξαρτάται από το σύστημα αναφοράς στο οποίο τον μετρούμε. Ο χρόνος αλλάζει για τον κινούμενο. Η τιμή του σχετίζεται προς τον εκάστοτε παρατηρητή.

Η ποσότητα ενέργειας, τέλος, που περιέχεται σε ένα υλικό σωμάτιο είναι τεράστια. Ισούται με τη μάζα του σωματίου επί το τετράγωνο της ταχύτητας του φωτός.

Η διαπίστωση αυτή της *Ειδικής Θεωρίας* της Σχετικότητας βρήκε την εφιαλτική πειραματική επιβεβαίωσή της στη δημιουργία των ατομικών και υδρογονικών βομβών. Δηλαδή των πιο καταστρεπτικών όπλων που γνώρισε ποτέ η ανθρωπότητα.

Με τη *Γενική Θεωρία* της Σχετικότητας, χώρος και χρόνος φτιάχνουν μία τετραδιάστατη εικόνα του κόσμου [χωροχρόνος].

Ιδιότητα του χωροχρόνου είναι η βαρύτητα και εξαιτίας της βαρύτητας, ο διαρκώς *διαστελλόμενος* χωροχρόνος είναι καμπυλωτός.

«Ο καμπυλόγραμμος τετραδιάστατος χωρόχρονος του Αϊνστάιν μπορεί να παρομοιαστεί με μια τεντωμένη ελαστική μεμβράνη, που είναι παραμορφωμένη, σε εκείνα τα σημεία στα οποία υπάρχουν βαριά αντικείμενα: αστέρες, γαλαξίες ή άλλη ύλη. Ετσι κατά τον Αϊνστάιν, κάθε σώμα με μεγάλη μάζα, όπως είναι για παράδειγμα ο ήλιος, καμπυλώνει γύρω του το χωρόχρονο» (*Πάπυρος-Λαρούς-Μπριτάνικα*, τ. 5, σ. 53).

Το φως ακολουθεί τον καμπυλωτό χωροχρόνο και αυτό φαίνεται σε ολική έκλειψη. Οι πλανήτες εξάλλου, αντί των ελλειπτικών τροχιών στο χωρόχρονο –εξαιτίας της βαρύτητας– κινούνται κατά μήκος καμπυλόγραμμων τροχιών. Το γεγονός αυτό εξήγησε την ανώμαλη συμπεριφορά της τροχιάς του Ερμή, που παρέμενε ακατανόητη, στα πλαίσια της μηχανικής του Νεύτωνα. [Κινείται σε τόξο μεγαλύτερο κατά 43 δευτερόλεπτα, από αυτό που προβλέπει η Νευτώνεια Μηχανική].

Οταν εφαρμόστηκαν οι εξισώσεις της σχετικότητας, εξηγήθηκε πλήρως η τροχιά του πλανήτη. [«Βρέθηκαν» τα επιπλέον 43 δευτερόλεπτα].

*«Οι ιδέες του Αϊνστάιν έχουν τεράστια μεθοδολογική σημασία. Μετέβαλαν τις μηχανιστικές απόψεις, που κυριαρχούσαν στη φυσική από την εποχή του Νεύτωνα (...) και οδήγησαν στη νέα υλιστική εικόνα του κόσμου, που βασίζεται στο βαθύ οργανικό δεσμό των εννοιών χώρου-χρόνου με την ύλη (...) Δεσμός χώρου-χρόνου και ύλης με την κίνησή της αποδείχτηκε ότι είναι η βαρύτητα»* (*Μεγ. Σοβιετική Εγκυκλ.*, Μόσχα 1978, τ. Α΄, σ. 332).

***Νίκος Βαρβιάμπασης***

# ΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΤΗΣ ΖΩΗΣ ΤΟΥ ΑΛΜΠΕΡΤ ΑΪΝΣΤΑΪΝ



1

*«Η βιογραφία του Αϊνστάιν δεν γράφεται για τους φυσικούς και τους μαθηματικούς ούτε για τους φιλόσοφους και τους θεολόγους ούτε ακόμη για τους σιωνιστές και τους ειρηνιστές, αλλά γι' αυτούς που θέλουν να καταλάβουν κάτι από τον αντιφατικό και πολύπλοκο κόσμο του εικοστού αιώνα»*

Φίλιπ Φρανκ

Του ΕΥΑΓΓΕΛΟΥ ΣΠΑΝΔΑΓΟΥ
μαθηματικού, συγγραφέα, εκδότη



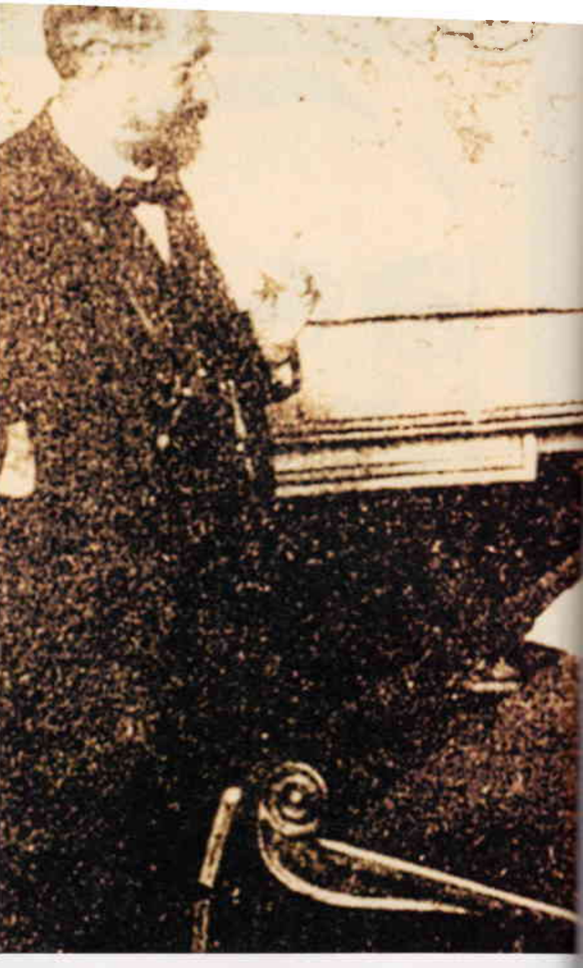
2

**Η οικογένεια**

Οι πιο παλιοί Εβραίοι πρόγονοι του **Αϊνστάιν** από τον πατέρα και τη μητέρα του ζούσαν σε μικρές πόλεις ή χωριά της νοτιοδυτικής Γερμανίας. Ηταν φιλήσυχοι, άσημοι έμποροι ή βιοτέχνες. Κανένας απ' αυτούς δεν είχε τραβήξει την προσοχή του κόσμου με κάποια, έστω και την παραμικρή, επιτυχία




**1. Ο πατέρας του Αϊνστάιν, Χέρμαν.**
**2. Η μητέρα του Αϊνστάιν, Παουλίνε.**
**3. Ο Αλμπερτ σε ηλικία 6 ετών με την αδελφή του Μάγια**



4. Μαθητής στο Γυμνάσιο του Ααράου της Ελβετίας

του στα γράμματα ή τις επιστήμες. Ο Αϊνστάιν όταν τον ρωτούσαν για τους προγόνους του τόνιζε: «Εζησαν μέσα σε συνθήκες πολύ περιορισμένες που δεν τους επέτρεπαν να διακριθούν».

**Τα παιδικά χρόνια**

Ο Αλμπερτ Αϊνστάιν (Albert Einstein) γεννήθηκε στις 19 Μαρτίου του 1879 στη βαυαρική πόλη Ουλμ. Η πόλη αυτή δεν έπαιξε κανέναν απολύτως ρόλο στη ζωή του, αφού τον επόμενο χρόνο η οικογένειά του εγκαταστάθηκε στο Μόναχο. Τότε γεννήθηκε και η αδελφή του Μάγια (Maja).

Το Μόναχο, η πόλη της νεότητας του Αλμπερτ, ήταν το πολιτικό και πνευματικό κέντρο της νότιας Γερμανίας. Το σπίτι τους ήταν μια έπαυλη στα προάστια μ' ένα μεγάλο κήπο. Ο πατέρας του Χέρμαν (Hermann) είχε, μαζί με τον αδελφό του Γιάκομπ (Jacob) που ζούσε μαζί τους, ένα μικρό ηλεκτροχημικό εργαστήριο. Ο τρόπος της ζωής και η κοσμοθεωρία του Χέρμαν ήταν όμοια με αυτή του μέσου Γερμανού και δεν είχε σχέση με τις συνηθισμένες ασχολίες των εβραϊκών κοινοτήτων, τις οποίες θεωρούσε παλιές προλήψεις.

**Ο μικρός Αλμπερτ δεν υπήρξε με τίποτα «παιδί-θαύμα». Αργησε μάλιστα να μιλήσει και οι γονείς του είχαν ανησυχήσει**

Η μητέρα του Αϊνστάιν, η **Παουλίνε Κοχ** (Pauline Koch), διακρινόταν από μια καλλιτεχνική ιδιοσυγκρασία και κάποια νότα λεπτού χιούμορ. Την έθελγε η μουσική και έπαιζε θαυμάσια πιάνο.



5

Ο μικρός Αλμπερτ δεν υπήρξε με τίποτα «παιδί-θαύμα». Αργησε μάλιστα να μιλήσει, τόσο που οι γονείς του φοβήθηκαν μήπως υπήρχε κάποια ανωμαλία. Δεν του άρεσαν οι σωματικές ασκήσεις, το τρέξιμο ή το πήδημα. Από τότε που κατάλαβε τον εαυτό του προτιμούσε να απομακρύνεται από τα παιδιά της ηλικίας του και να βυθίζεται στο όνειρο και το όραμα.

Από νωρίς φάνηκε καθαρά ένα από τα ουσιαστικά χαρακτηριστικά του χαρακτήρα του. Η απέχθεια για κάθε είδος καταναγκασμού που ορισμένοι άνθρωποι επιβάλλουν στους συνανθρώπους τους.

Στη Γερμανία εκείνης της εποχής τα Δημοτικά σχολεία ήταν κατηχητικά. Οι ιερείς του κάθε δόγματος είχαν τον έλεγχο των δικών τους σχολείων. Οι γονείς του Αλμπερτ ανήκαν τυπικά μόνο στην εβραϊκή θρησκεία. Ετσι το θρησκευτικό τους συναίσθημα δεν ήταν και τόσο βαθύ ώστε να στείλουν τα παιδιά τους σε εβραϊκό σχολείο, τη στιγμή μάλιστα που δεν υπήρχε κοντά στο σπίτι τους και κάτι τέτοιο θα στοίχιζε ακριβά. Ισως και να νόμιζαν ότι στέλνοντας το γιο τους σε καθολικό σχολείο θα τον έφερναν σε πιο στενή επαφή με παιδιά που δεν ήταν Εβραίοι. Ετσι ο Αλμπερτ παρακολούθησε καθολικό Δημοτικό σχολείο.

**Τα γυμνασιακά χρόνια**

Δέκα ετών τελείωσε το Δημοτικό και γράφτηκε


4

στο Γυμνάσιο. Την αγάπη του για τα μαθηματικά την προκάλεσε ο αδελφός του πατέρα του, Γιάκομπ, ένας εμπειρικός μηχανικός, που του δίδαξε τα πρώτα στοιχεία της άλγεβρας. Πραγματική πνευματική αναστάτωση δοκίμασε όταν σε ηλικία 12 ετών έπεσε για πρώτη φορά στα χέρια του ένα εγχειρίδιο θεωρητικής γεωμετρίας. Κατόπιν απαιτήσεως της μητέρας του άρχισε πολύ νωρίς μαθήματα βιολιού. Στην αρχή τού φάνηκε σαν μια πρόσθετη αγγαρεία, γρήγορα όμως απέκτησε πολύ μεγάλη δεξιοτεχνία και αγάπη για τη μουσική, που τη διατήρησε σ' όλη του τη ζωή.

Οταν ο Αλμπερτ έκλεισε τα 15 χρόνια του, η οικογένειά του εγκαταστάθηκε, σε αναζήτηση καλύτερης τύχης, στο Μιλάνο, ενώ αυτόν τον άφησαν σ' ένα οικοτροφείο για να τελειώσει το Γυμνάσιο στο Μόναχο. Στο Γυμνάσιο έβρισκε ελάχιστη κατανόηση. Οι συμμαθητές του τον ζήλευαν επειδή τους ξεπερνούσε κατά πολύ στα μαθηματικά, αλλά τον υποτιμούσαν για τη μικρή του επίδοση στα κλασικά μαθήματα. Με την εκδηλωτική του απλότητα δεν έκρυβε τη δυσαρέσκειά του για τους καθηγητές του, γεγονός που τον έκανε κάθε άλλο παρά αγαπητό σ' αυτούς.

**Η αναχώρηση από το Μόναχο**

Την ίδια χρονιά ο δεκαπεντάχρονος Αλμπερτ αποφάσισε να αφήσει το Γυμνάσιο, να εγκαταλείψει το Μόναχο και να εγκατασταθεί στο Μιλάνο, κοντά στους γονείς του. Είχε την πρόνοια, όμως, να πάρει τις σχετικές προφυλάξεις, για την επικίνδυνη απόφασή του. Από μεν τον οικογενειακό τους γιατρό πήρε ένα πιστοποιητικό που έγραφε ότι λόγοι υγείας επιβάλλουν να αναπαυθεί κοντά στην οικογένειά του στην Ιταλία, από δε τον καθηγητή του των μαθηματικών πήρε μια συστατική επιστολή, σύμφωνα με την οποία οι μαθηματικές του γνώσεις ήταν πανεπιστημιακού επιπέδου.

Στην Ιταλία έκανε παρατεταμένες διακοπές. Ο πατέρας του όμως του ζήτησε να κοιτάξει το μέλλον του, διότι η επιχείρησή του δεν πήγαινε καλά.

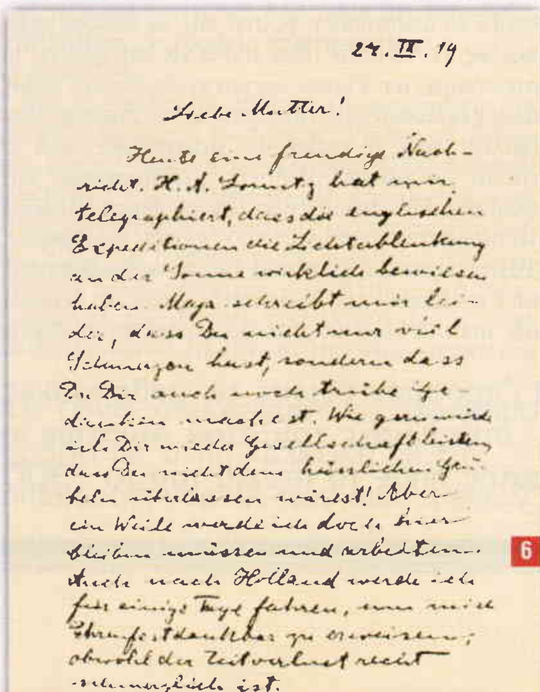
Από τη μία η κλίση του για τα μαθηματικά και τη φυσική και από την άλλη το τεχνικό επάγγελμα του πατέρα του, τον έσπρωξαν προς τις τεχνολογικές επιστήμες. Αλλωστε του έλειπε και το απολυτήριο του Γυμνασίου. Ο ίδιος πίστευε ότι με τη θαυμάσια επίδοσή του στα μαθηματικά πιο εύκολα θα εισάγονταν σ' ένα Πολυτεχνείο παρά σ' ένα Πανεπιστήμιο.

**5. Ο Αϊνστάιν σε ηλικία 14 ετών.**
**6. Επιστολή (καρτ ποστάλ) του Αϊνστάιν προς τη μητέρα του με ημερομηνία 27.9.1919**

## Στο Γυμνάσιο δεν έκρυβε τη δυσαρέσκειά του για τους καθηγητές του, γεγονός που δεν τον έκανε αγαπητό

**Φοιτητής στη Ζυρίχη**

Την εποχή αυτή το πιο φημισμένο τεχνολογικό ίδρυμα σ' όλη την κεντρική Ευρώπη –αν εξαιρέσουμε τη Γερμανία– ήταν το Ομοσπονδιακό Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Ζυρίχης, γνωστό ως Πολυτεχνείο. Ο Αϊνστάιν πήγε εκεί, έδωσε εισαγωγικές εξετάσεις στη σχολή μηχανικών, αλλά απέτυχε! Οι ▶


27.IX.19

Liebe Mutter!

Heute eine freudige Nachricht. H.A. Lorentz hat mir telegraphiert, dass die englischen Expeditionen die Lichtablenkung an der Sonne wirklich bewiesen haben. Maja schreibt mir leider, dass Du nicht nur viel Schmerzen hast, sondern dass Du auch noch trübe Gedanken machst. Wie gern würde ich Dir wieder Gesellschaft leisten, dass Du nicht dem hässlichen Grübeln überlassen wärest! Aber ein Weile werde ich doch hier bleiben müssen und arbeiten. Auch nach Holland werde ich für einige Tage fahren, um mich Ehrenfest dankbar zu erweisen, obwohl der Zeitverlust recht schmerzlich ist.

6






Τρεις άνθρωποι που έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη του Αϊνστάιν: ο συμμαθητής του Μαρσέλ Γκρόσμαν (7) και οι φίλοι του Χέρμαν Μινκόφσκι (8) και Ντάβιντ Χίλμπερτ (9)

γνώσεις του στα μαθηματικά και τη φυσική τον τοποθετούσαν μεν πολύ ψηλά σε σχέση με τους άλλους υποψήφιους, αλλά υστερούσε στα θεωρητικά και φυσιογνωστικά μαθήματα. Στο διευθυντή όμως του Ινστιτούτου είχαν κάνει εντύπωση οι μαθηματικές γνώσεις του Αϊνστάιν και του σύστησε να πάρει το απολυτήριο του Γυμνασίου φοιτώντας στο προοδευτικό σχολείο του Ααράου.

Ο Αϊνστάιν πήγε στο Ααράου απαισιόδοξος και κυριευμένος από έναν αόριστο φόβο. Εκεί όμως τον περίμενε μια ευχάριστη έκπληξη. Στη σχολή επικρατούσε ένα φιλελεύθερο πνεύμα. Οι καθηγητές ήταν στη διάθεση των μαθητών τους, πάντα πρόθυμοι να συζητήσουν φιλικά και να δώσουν συμβουλές. Ο Αϊνστάιν πήρε στο τέλος της χρονιάς το απολυτήριο του Γυμνασίου και έγινε δεκτός, χωρίς άλλες εξετάσεις, στο Πολυτεχνείο της Ζυρίχης. Δεν διάλεξε όμως το τμήμα των μηχανικών, αλλά το τμήμα για ειδικούς καθηγητές μαθηματικών και φυσικής. Στο Πολυτεχνείο δεν κατάφερνε εύκολα να στρωθεί σε μαθήματα που δεν τον ενδιέφεραν. Τον περισσότερο χρόνο τον περνούσε διαβάζοντας τους κλασικούς της θεωρητικής φυσικής. Μερικά απ' αυτά τα έργα τα μελετούσε μαζί με τη Σέρβα συμφοιτήτριά του **Μιλέβα Μάριτς** (Mileva Maric) που αργότερα έγινε γυναίκα του. Τότε ακριβώς έπαψε να ενδιαφέρεται για τα θεωρητικά μαθηματικά. Πίστευε ότι οι πιο απλές μαθηματικές αρχές αρκούσαν για να εκφραστούν οι βασικοί νόμοι της φυσικής. Μόνο αργότερα θα πειθόταν για το εντελώς αντίθετο. Ωστόσο σ' αυτή τη σπουδαστική του περίοδο, την τόσο σημαντική για την πνευματική του ανάπτυξη, η ζωή του δεν κυλούσε με άνεση. Ο πατέρας του αδυνατούσε να του στείλει χρήματα. Κάποιοι ευκατάστατοι θείοι του τού έστελναν ένα ποσόν κάθε μήνα. Στο τέταρτο έτος έπρεπε να περάσει από δύσκολες εξετάσεις και για μεν τη φυσική δεν υπήρχε πρόβλημα. Υπήρχε όμως στα μαθηματικά. Ευτυχώς ο συμμαθητής του **Μαρσέλ Γκρόσμαν** (Marcel Grossmann), ένας μετέπειτα λαμπρός μαθηματικός, έδωσε τις μαθηματικές σημειώσεις του στον Αϊνστάιν κι έτσι αυτός πήρε το πτυχίο του τον Ιούλιο του 1900.

**Ο Μαρσέλ Γκρόσμαν έδωσε τις μαθηματικές σημειώσεις του στον Αϊνστάιν κι έτσι αυτός πήρε το πτυχίο του το 1900**

Οι σημειώσεις του Γκρόσμαν έδωσαν στον Αϊνστάιν την ικανότητα να κάνει δικές του μελέτες στη φυσική και ιδίως στην ηλεκτρομαγνητική θεωρία του **Μάξγουελ**. Το Φεβρουάριο του 1901 απέκτησε και την ελβετική υπηκοότητα.

Ο Αϊνστάιν δεν είχε άριστες σχέσεις με τα μαθηματικά. Ο ίδιος γράφει στην αυτοβιογραφία του:

«Το ότι παραμέλησα τα μαθηματικά δεν οφείλεται μόνο στην ισχυρότερη κλίση μου προς τη φυσική, αλλά και σε μια άλλη εμπειρία. Είδα ότι τα μαθηματικά διακλαδίζονται σε πολυάριθμες ειδικότητες, που μόνο κάθε μια τους μπορεί να απορ-





10. Φοιτητής στο Πολυτεχνείο της Ζυρίχης (πρώτος από αριστερά από τους καθισμένους).
11. Ο Αλμπερτ Αϊνστάιν με την πρώτη σύζυγό του Μιλέβα Μάριτς

ροφήσει το σύντομο διάστημα της ανθρώπινης ζωής. Εκτός αυτού, η διαισθησή μου στα μαθηματικά δεν ήταν αρκετά δυνατή. Αντίθετα στη φυσική η διαίσθησή μου ήταν τόσο μεγάλη που με οδηγούσε πάντα στις θεμελιακές έννοιες».

Αυτή η ομολογία του εξηγεί και την τάση του να δημιουργεί φιλίες (ίσως υστερόβουλες) με μεγάλους μαθηματικούς, όπως ο **Κωνσταντίνος Καραθεοδωρή**, ο **Χέρμαν Μινκόφσκι** (Hermann Minkowski), ο **Ντάβιντ Χίλμπερτ** (David Hilbert) και ο **Οτο Μπλούμενταλ** (Otto Blumenthal).

**Αναζήτηση εργασίας**

Ο Αϊνστάιν ευθύς μετά την αποφοίτησή του αντιμετώπισε άμεσο πρόβλημα εργασίας. Ζήτησε στην αρχή μια θέση βοηθού στο Πολυτεχνείο όπου φοίτησε. Δεν άργησε όμως να απογοητευθεί. Οι ίδιοι καθηγητές, που τόσο επαινούσαν το ταλέντο του και την επιστημονική του αξία, δεν έδειξαν καμιά διάθεση για να τον πάρουν βοηθό. Δεν του έμενε παρά να ψάξει για μια άλλη θέση στη μέση εκπαίδευση. Κι εδώ, παρά τις συστατικές επιστολές των καθηγητών του, δεν είχε καλύτερη τύχη. Το μόνο που κατάφερε να βρει ήταν μια προσωρινή θέση καθηγητή σ' ένα επαγγελματικό σχολείο στο Βίντερτουρ (Winterthur). Υστερα όμως από λίγους μήνες βρέθηκε χωρίς μόνιμη εργασία. Ο Αϊνστάιν κατάφερε να τα βολεύει με προσωρινές δουλειές σε φροντιστήρια ή κάνοντας διάφορους υπολογισμούς για λογαριασμό διαφόρων πανεπιστημίων. Την εποχή αυτή δημοσίευσε το πρώτο ερευνητικό άρθρο του που αναφερόταν στα τριχοειδή φαινόμενα. Το άρθρο αυτό δημοσιεύθηκε στο επιστημονικό γερμανικό περιοδικό «Annalen der Physik». Ο Αϊνστάιν το έστειλε και σε καθηγητές πανεπιστημίων διαφόρων χωρών, ζητώντας συγχρόνως και μια θέση «φυσικομαθηματικού εξοικειωμένου σε μετρήσεις». Δεν πήρε όμως καμιά απάντηση. Τον Ιούλιο του 1901 τελείωσε ένα άρθρο του στη θερμοδυναμική, το οποίο υπέβαλε το Νοέμβριο του ίδιου έτους στο Πολυτεχνείο της Ζυρίχης ως διδακτορική διατριβή. Το άρθρο απορρίφθηκε. Δημοσιεύθηκε όμως μετά δύο μήνες στο «Annalen der Physik».

**Υπάλληλος σε γραφείο ευρεσιτεχνιών-Ο γάμος του**

Στις 23 Ιουνίου του 1902, με τη μεσολάβηση του πρώην συμφοιτητή του Μαρσέλ Γκρόσμαν, βρήκε μια μόνιμη εργασία στο Γραφείο Ευρεσιτεχνιών στη Βέρνη. Για πολλούς λόγους η εγκατάσταση του Αϊνστάιν στη Βέρνη σημείωνε ένα σταθμό στη ζωή του. Είχε ένα σταθερό μισθό περίπου 3.000 φράγκων το μήνα, ποσόν που εκείνη την εποχή τού εξασφάλιζε μια σχετική οικονομική άνεση. Είχε διαθέσιμο χρόνο για την επιστημονική έρευνα και ▶

**Το 1905 δημοσίευσε το περίφημο άρθρο με τίτλο «Σχετικά με την ηλεκτροδυναμική των κινουμένων σωμάτων»**



12. Ο Αϊνστάιν καθηγητής στο Βερολίνο

μπορούσε να σκεφθεί για γάμο και για οικογένεια. Στις 10 Οκτωβρίου 1902 πέθανε ο πατέρας του, γεγονός που του στοίχισε πολύ. Αργότερα θα γράψει ότι ο θάνατος του πατέρα του ήταν το δυνατότερο πλήγμα που δοκίμασε ποτέ.

Λίγο μετά την άφιξή του στη Βέρνη, το Μάρτιο του 1903, παντρεύτηκε την πρώην συμφοιτήτριά του Μιλέβα Μάριτς, η οποία ήταν ορθόδοξη στο θρήσκευμα. Η Μιλέβα ήταν μεγαλύτερη από τον Αϊνστάιν. Παρά την αυστηρή ανατροφή της είχε ελεύθερη και προοδευτική σκέψη. Κλειστός τύπος, δεν είχε το χάρισμα να δημιουργεί φίλους και ευχάριστες σχέσεις με το περιβάλλον της. Απότομη και τραχιά, δεν στάθηκε πάντα πηγή ειρηνικής και ευτυχισμένης οικογενειακής ζωής για τον Αϊνστάιν. Στην αρχή η οικογένεια του χάρισε πολλές συγκινήσεις. Δύο αγόρια γεννήθηκαν το 1904 και το 1910. Στο μεγαλύτερο έδωσαν και το δικό του όνομα, Χανς-Άλμπερτ (Hans-Albert), ενώ στο δεύτερο έδωσαν το όνομα Εντουαρντ (Eduard).[1] Τα πρώτα χρόνια στάθηκε πραγματικά ευτυχισμένος με τα παιδιά του.

**Οι επιστημονικές εργασίες που τον καθιέρωσαν**

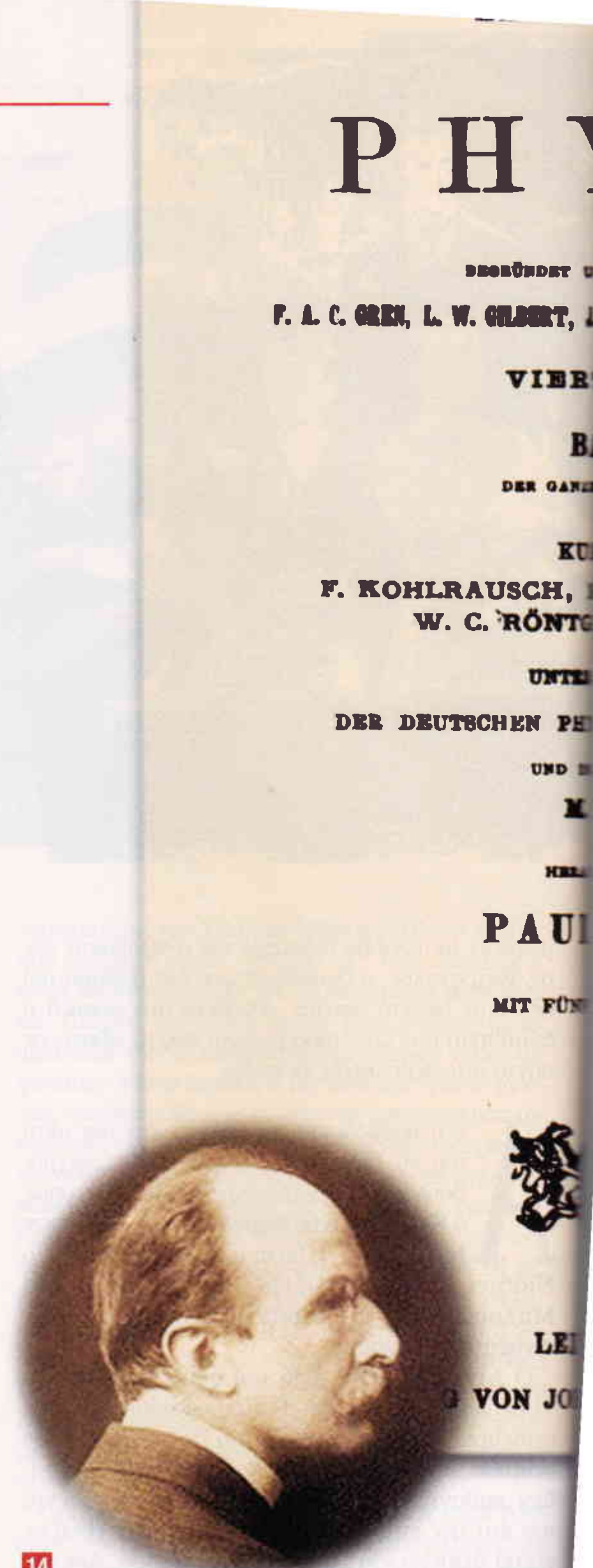
Το 1905 έγινε διδάκτορας του Πανεπιστημίου της Ζυρίχης. Ακολούθησε μια σειρά τρανταχτών επιστημονικών άρθρων. Ενα άρθρο για την κίνηση Μπράουν (Brown), ένα άρθρο για τα κβάντα και το περίφημο άρθρο με τίτλο «Σχετικά με την ηλεκτροδυναμική των κινουμένων σωμάτων». Το 1905 δημοσιεύει (στο «Annalen der Physik») το επαναστατικής φύσεως άρθρο για την Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας. Το Σεπτέμβριο του 1905 δημοσιεύει ένα νέο άρθρο, σύμφωνα με το οποίο αν ένα σώμα χάσει ένα ποσόν ενέργειας με μορφή ακτινοβολίας, η μάζα του μειώνεται κατά το ποσόν $E/c^2$ (c

**Το 1907 απορρίφθηκε από το Πανεπιστήμιο της Βέρνης γιατί το άρθρο του για τη Σχετικότητα θεωρήθηκε ακατανόητο**

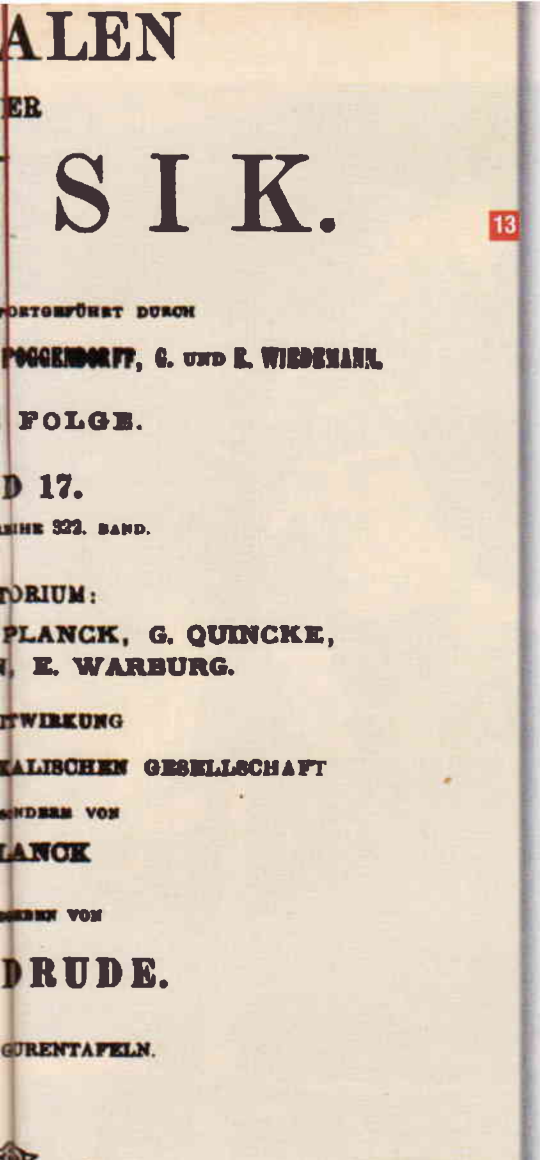
= ταχύτητα του φωτός). Το 1907 παρουσιάζει τη διάσημη εξίσωσή του $E=mc^2$. Ύστερα από ακόμη μια σειρά άρθρων δημοσιεύει, το 1916, στο «Annalen der Physik» την εργασία του: «Η θεμελίωση της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας».[2]

**Η αναγνώριση**

Το άρθρο του Αϊνστάιν για την Ειδική Σχετικότητα έτυχε ευνοϊκής υποδοχής από το μεγάλο φυσικό **Μαξ Πλανκ** (Max Planck). Ο Πλανκ έκανε μια πολύ θετική αναφορά στο Παγκόσμιο Συνέδριο Φυσικής στο Βερολίνο (1905). Και όχι μόνον αυτό. Άρχισε να παρουσιάζει τη Θεωρία της Σχετικότητας δημοσιεύοντας άρθρα του στα οποία αναφερόταν εγκωμιαστικά στον Αϊνστάιν. Το 1907 απέκτησε απροσδόκητα κι ένα νέο μεγάλο υποστηρικτή. Το Ρωσογερμανό μαθηματικό Χέρμαν Μινκόφσκι, κα-




14




13



15

θηγητή στο περίφημο Πανεπιστήμιο του Γκέτινγκεν (Göttingen) της Γερμανίας. Πάντως, αν και άρχισε να γίνεται γνωστός στους επιστημονικούς κύκλους, ο Αϊνστάιν ήταν πάντα στη Βέρνη με 8 ώρες, ανιαρής πλέον, εργασίας στο Γραφείο Ευρεσιτεχνιών. Το 1907 ζήτησε να γίνει έκτακτος καθηγητής στο Πανεπιστήμιο της Βέρνης. Υπέβαλε συγχρόνως και το άρθρο του για την Ειδική Σχετικότητα. Η αίτησή του απορρίφθηκε με την αιτιολογία ότι το άρθρο ήταν ακατανόητο. Τον ίδιο μήνα (Ιανουάριος του 1908) έκανε αίτηση για μια θέση καθηγητή μαθηματικών σ' ένα Γυμνάσιο της Ζυρίχης. Η απάντηση όμως ήταν αρνητική. Το 1908 κατάφερε να προσληφθεί ως έκτακτος άμισθος καθηγητής από το Πανεπιστήμιο της Βέρνης, χωρίς αυτό να σημαίνει πως άλλαξε η ζωή του, εφ' όσον έπρεπε να εργάζεται και στο Γραφείο Ευρεσιτεχνιών. Οι παραδόσεις του ήταν υποτονικές και σχεδόν χωρίς ακροατήριο. Το 1909 πήρε τη θέση του έκτακτου καθηγητή στο Πανεπιστήμιο της Ζυρίχης μ' ένα μέτριο μισθό. Στα τέλη του 1910 πήρε την έδρα της θεωρητικής φυσικής στο γερμανικό Πανεπιστήμιο της Πράγας. Στην Πράγα αντιμετώπισε πολλά προβλήματα από το καθηγητικό κατεστημένο. Η επιστημονική του όμως έρευνα ήταν πολύ πλούσια. Γενίκευσε την Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας, διατύπωσε τη θεωρία του για τη βαρύτητα και ανέπτυξε τη θεωρία των κβάντα του φωτός. Κατά τα τέλη του 1912 ο Αϊνστάιν ανέλαβε τα καθήκοντά του ως καθηγητή στο Πολυτεχνείο της Ζυρίχης. Στο Πολυτεχνείο όπου κάποτε είχε αποτύχει στις εισαγωγικές εξετάσεις, εκεί που σπούδασε, εκεί που γνώρισε τη γυναίκα του, στο Πολυτεχνείο που του αρνήθηκε να τον ανακηρύξει διδάκτορα.

Την προηγούμενη χρονιά, το 1911, είχε λάβει μέρος στο Παγκόσμιο Συνέδριο Φυσικής στις Βρυξέλλες. Στο συνέδριο αυτό, που προέδρευε ο μεγάλος **Λόρεντς** (Lorentz), πήραν μέρος 21 διάσημοι φυσικοί, μεταξύ των οποίων οι **Πουανκαρέ** (Poincaré), **Κιουρί** (Curie), **Βιν** (Wien), **Περέν** (Perrin), Πλανκ, **ντε Μπρολί** (de Broglie), **Ράδερφορντ** (Rutherford) και **Σόμερφελντ** (Sommerfeld). Το γεγονός ότι μεταξύ αυτών συμπεριλαμβανόταν και ο Αϊνστάιν δείχνει τη μεγάλη εκτίμηση που έτρεφε στο πρόσωπό του η διεθνής φυσική κοινότητα.

**13. Το εξώφυλλο του περιοδικού «Annalen der Physik» του 1905, στο οποίο δημοσιεύθηκε η Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας.**
**14. Ο μεγάλος φυσικός Μαξ Πλανκ.**
**15. Ο διάσημος Γάλλος φυσικός Ανρί Πουανκαρέ**

## Το 1921 τιμήθηκε με το Βραβείο Νόμπελ για την ανακάλυψη του νόμου του φωτοηλεκτρικού φαινομένου

### Καθηγητής στο Βερολίνο

Η φήμη του Αϊνστάιν μεγάλωσε τόσο πολύ ώστε πολλά πανεπιστήμια και επιστημονικοί οργανισμοί φιλοδοξούσαν να τον συμπεριλάβουν μεταξύ των εταίρων τους. Το 1913 αποδέχεται τη θέση καθηγητή στο Πανεπιστήμιο του Βερολίνου. Συγχρόνως εκλέγεται και μέλος της Βασιλικής Εταιρείας Επιστημών της Πρωσίας. Λίγο μετά την άφιξή του στο Βε-



16. Ο Αϊνστάιν με τη γραμματέα του Ελεν Ντούκας

ρολίνο χώρισε με τη γυναίκα του. Οταν έγινε μέλος της Πρωσικής Ακαδημίας ήταν ακριβώς 33 ετών. Ο μετέπειτα Α΄ Παγκόσμιος Πόλεμος και οι ψυχολογικές συνθήκες που δημιούργησε για τον επιστημονικό κόσμο δεν τον εμπόδισαν να αφιερωθεί με υπερβολικό ζήλο στην ανάπτυξη των διαφόρων θεωριών του (βαρύτητα, έλξη, καμπύλες χώρου, τετραδιάστατος χώρος, κοσμολογικά θέματα κ.ά.).

Το 1919 παντρεύεται την ξαδέρφη του **Ελζα Αϊνστάιν**, χήρα, με δύο κόρες, την Ιλζε (Ilse) και τη Μαργκό (Margot). Με την Ελζα διατηρούσε δεσμό και κατά τη διάρκεια του πρώτου γάμου του. Ο Αλμπερτ έμεινε παντρεμένος με την Ελζα μέχρι το θάνατό της το 1936. Ο γάμος αυτός είχε σημαδευθεί από πολυάριθμες απιστίες από τη μεριά του. Το Φεβρουάριο του 1920 πέθανε η μητέρα του κι ο Αλμπερτ ένιωσε συντετριμμένος. Το 1921 τιμήθηκε με το βραβείο Νόμπελ για την ανακάλυψη του νόμου του φωτοηλεκτρικού φαινομένου.[3] Σύμφωνα με τους όρους του διαζυγίου του, τα χρήματα του βραβείου (121.572 κορόνες Σουηδίας) τα εισέπραξε η πρώτη του σύζυγος. Κατά την περίοδο αυτή αρχίζει μια σειρά επιστημονικών ταξιδιών σε Ολλανδία, Τσεχοσλοβακία, Αυστρία, ΗΠΑ, Αγγλία, Ιαπωνία, Κίνα, Γαλλία, Παλαιστίνη και Ισπανία, Ρωσία και Νότια Αμερική. Ταξιδεύει πάντα τρίτη θέση (γιατί άραγε;) με το βιολί του στο χέρι και δίνει με μεγάλη επιτυχία διαλέξεις για τη Σχετικότητα.

Το 1921 αποφάσισε να προσφέρει φανερά την υποστήριξή του στο σιωνισμό. Η συμμετοχή του στο σιωνιστικό κίνημα, εκτός από την αποδοχή των σκοπών του, απέβλεπε και στην ίδρυση Ισραηλίτικου Πανεπιστημίου στην Ιερουσαλήμ. Ο Αϊνστάιν συνεργάστηκε στενά με το σιωνιστή ηγέτη **Χαΐμ Βάιτσμαν** (Chaim Weizman).

## Οι ναζί κατάσχεσαν την περιουσία του, καταδίκασαν τη Θεωρία της Σχετικότητας και έκαιγαν τα βιβλία του

**Ο Αϊνστάιν στις ΗΠΑ**

Οταν ο Χίτλερ πήρε την εξουσία, ο Αϊνστάιν βρισκόταν στο Βέλγιο. Μόλις πληροφορήθηκε την άνοδο του ναζισμού δήλωσε ότι για λόγους αρχών δεν πρόκειται να επιστρέψει στη Γερμανία. Οι αντιδράσεις των ναζί ήταν άμεσες. Κατάσχεσαν τον τραπεζικό λογαριασμό του και το περιεχόμενο της τραπεζικής θυρίδας του. Οι θεωρίες του χαρακτηρίστηκαν εβραϊκές, ενώ τα βιβλία του καίγονταν στις πλατείες. Στις 18 Μαρτίου του 1933 ο Αϊνστάιν παραιτήθηκε από την Πρωσική Ακαδημία Επιστημών (που ήταν έτοιμη να τον διαγράψει). Συγχρόνως έκανε τις απαραίτητες ενέργειες για να απορρίψει τη γερμανική υπηκοότητα. Τον πρόλαβαν όμως οι ναζί. Τον επόμενο χρόνο οι εθνικοσοσιαλιστές φυσικοί της Γερμανίας καταδίκασαν ομόφωνα τη Θεωρία της Σχετικότητας.



Φυσικά δεν δυσκολεύτηκε καθόλου να βρει καινούργια θέση. Πολλά πανεπιστήμια του πρόσφεραν την έδρα της θεωρητικής φυσικής.

Στις 3 Οκτωβρίου 1933 μίλησε δημόσια σε μια τεράστια συγκέντρωση στο Λονδίνο για λογαριασμό μιας επιτροπής υποστηρίξεως των διανοουμένων προσφύγων από τη ναζιστική Γερμανία.

Τον Οκτώβριο του 1933 έφτασε στις ΗΠΑ με τη γυναίκα του, τη γραμματέα του **Ελεν Ντούκας** (Helen Dukas) και το συνεργάτη του καθηγητή **Βάλτερ Μάγερ** (Walter Mayer). Η άφιξή του χαιρετίστηκε από τις αμερικανικές εφημερίδες και τα ραδιόφωνα ως μέγιστο γεγονός. Σχεδόν αμέσως ο πρόεδρος **Ρούζβελτ** κάλεσε την οικογένεια Αϊνστάιν να τη φιλοξενήσει στο Λευκό Οίκο. Ο μεταρρυθμιστής της





17. Διάλεξη στο Albert Hall του Λονδίνου το 1933. Ακριβώς πίσω του ο φυσικός Ράδερφορντ.
18. Ο Αϊνστάιν με τη δεύτερη σύζυγό του Ελζα

παιδείας στις ΗΠΑ **Α. Φλέξνερ** (A. Flexner) είχε ιδρύσει, το 1930, το Ινστιτούτο Ανωτέρων Σπουδών στο οποίο προσφέρθηκε θέση καθηγητή στον Αϊνστάιν αμέσως μετά την άφιξή του. Ο Φλέξνερ είχε διαλέξει το Πρίνστον ως έδρα του Ινστιτούτου. Μέχρι να ετοιμαστούν τα δικά του κτίρια το Ινστιτούτο στεγάστηκε στο κτίριο του Πανεπιστημίου του Πρίνστον. Εκεί εγκατέστησε ο Αϊνστάιν και το επιστημονικό του γραφείο.

**Η γένεση της ατομικής εποχής**

Στον Αϊνστάιν δεν άρεσε να ανακατεύεται στα δημόσια πράγματα· απεχθανόταν δε ιδιαίτερα το να δίνει συμβουλές για στρατιωτικά θέματα, όπως ήταν η ενθάρρυνση της ανάπτυξης του πιο καταστρεπτικού όπλου που ανακάλυψε ποτέ ο άνθρωπος, της ατομικής βόμβας. Ηταν όμως βέβαιος ότι οι ναζί θα κατακτούσαν στο προσεχές μέλλον την ατομική δύναμη και θα τη χρησιμοποιούσαν για να υποτάξουν τον υπόλοιπο κόσμο. Ετσι λοιπόν τον Αύγουστο του 1939 γράφει στον πρόεδρο Ρούζβελτ και τον συμβουλεύει σχετικά με την άμεση κατασκευή της ατομικής βόμβας. Τελειώνοντας την επιστολή του έγραφε:

«Οταν θα είναι έτοιμη η δοκιμή της πρώτης ατομικής βόμβας, να καλέσετε σ' ένα ερημονήσι του Ειρηνικού εκπροσώπους της Γερμανίας, της Ιαπωνίας, των Συμμάχων, καθώς και ουδέτερους παρατηρητές. Ρίξτε τότε τη βόμβα στο ερημονήσι μπροστά σ' όλους αυτούς. Είμαι σίγουρος ότι όταν ο εχθρός πληροφορηθεί τα αποτελέσματα, θα συνθηκολογήσει χωρίς άλλο. Κι έτσι θα αποφύγουμε το θάνατο χιλιάδων ανθρώπων και θα έχουμε και τα χέρια μας καθαρά όταν θα γίνει ειρήνη».

Δυστυχώς ο Ρούζβελτ, που δέχθηκε αυτόν τον όρο του Αϊνστάιν, πέθανε πριν τελειώσει ο πόλεμος. Ο δε Τρούμαν, που κάποτε χαρακτήρισε τον Αϊνστάιν τρελό, δεν έλαβε υπ' όψιν του την υπόσχεση του προκατόχου του. Οταν ο Αϊνστάιν έμαθε για τη ρίψη της βόμβας στη Χιροσίμα, είπε: «Αλίμονο...».

**Μετά την πρώτη δοκιμή βόμβας υδρογόνου έγραψε πως αν συνεχιστεί αυτή η πορεία, θα καταστραφεί κάθε ίχνος ζωής πάνω στη γη**

Οταν έγινε η πρώτη δοκιμή της βόμβας υδρογόνου ο Αϊνστάιν έγραψε:

«Αν συνεχιστεί αυτή η πορεία, τότε η δηλητηρίαση της ατμόσφαιρας από τη ραδιενέργεια και κατά συνέπεια η καταστροφή κάθε ίχνους ζωής πάνω στη Γη θα είναι αναπόφευκτη...».

Την επόμενη χρονιά ο γνωστός για τις ακραίες θέσεις του Αμερικανός γερουσιαστής **Μακάρθι** (McCarthy), πρόεδρος της υποεπιτροπής ερευνών



19. Με τον πρόεδρο του κράτους του Ισραήλ Δαβίδ Μπεν Γκουριόν (Πρίνστον, 1953)

της Γερουσίας, στράφηκε εναντίον του Αϊνστάιν λόγω των φιλειρηνικών απόψεών του. Τον χαρακτήρισε κομμουνιστή και πράκτορα των Ρώσων. Το 1965 διαπιστώθηκε ότι ο φάκελος που είχε ανοίξει γι' αυτόν το FBI περιείχε 1.280 σελίδες.

Το 1952 αρνήθηκε την πρόταση της κυβέρνησης του Ισραήλ να αναλάβει την προεδρία του εβραϊκού κράτους. Την ίδια χρονιά συνέταξε τη διαθήκη του ορίζοντας ως διαχειρίστρια του επιστημονικού του έργου την από το 1928 γραμματέα του Ελεν Ντούκας.

**Το τέλος**

Κατά τα τελευταία του χρόνια υπέφερε από τη χολή του. Από τις αρχές του 1954 η υγεία του χειροτέρεψε κι έμεινε πολλές εβδομάδες στο κρεβάτι. Οταν όμως ένιωθε καλύτερα, συνέχιζε την επιστημονική εργασία και απαντούσε στα πολυάριθμα γράμματα που έπαιρνε. Στις 11 Απριλίου του 1955 υπέγραψε με τον **Μπέρτραντ Ράσελ** (B. Russell) τη γνωστή δήλωση που καλούσε επειγόντως τις κυβερνήσεις των μεγάλων δυνάμεων να βρουν ειρηνικό τρόπο για την επίλυση των διαφορών τους. Η μεγάλη δήλωση Ράσελ-Αϊνστάιν ρωτούσε κοφτά:

«Θα θέσουμε τέρμα στο ανθρώπινο είδος ή θα αποκηρύξει η ανθρωπότητα τον πόλεμο;».

Στις 14 Απριλίου του 1955 έγραψε την τελευταία του έκκληση για παγκόσμια συναδέλφωση. Η έκκληση αυτή γράφτηκε επ' ευκαιρία της επετείου της ανεξαρτησίας του κράτους του Ισραήλ.

Ο Αϊνστάιν πέθανε στις 18 Απριλίου του 1955. Η είδηση του θανάτου του μεταδόθηκε σαν αστραπή σ' όλο τον κόσμο και εκατομμύρια άνθρωποι ένιωσαν ένα δέος μπροστά στη μορφή που χάθηκε. Σύμφωνα με την επιθυμία του, δεν έγινε κηδεία ούτε ανοίχτηκε τάφος. Το σώμα του αποτεφρώθηκε με παρόντες ελάχιστους συγγενείς και φίλους. Η τέφρα του σκορπίστηκε στους λόφους του Τρέντον του Νιου Τζέρσεϊ.

**Ο Μακάρθι τον χαρακτήρισε κομμουνιστή και πράκτορα των Ρώσων, ενώ ο φάκελός του στο FBI περιείχε 1.280 σελίδες**

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

1. Ο Χανς-Αλμπερτ (1904-1973) διέπρεψε ως πολιτικός μηχανικός. Ο Εντουαρντ, ένας διανοούμενος και ταλαντούχος πιανίστας, πέθανε σε ψυχιατρική κλινική το 1965.
2. Κυκλοφορούσε μεταξύ των Γερμανών επιστημόνων η φήμη ότι η βοήθεια του Κωνσταντίνου Καραθεοδωρή ήταν πολύ μεγάλη στην επεξεργασία των μαθηματικών σχέσεων της θεωρίας αυτής.
3. Ο Αϊνστάιν δεν έλαβε ποτέ βραβείο Νόμπελ για τη Θεωρία της Σχετικότητας. Με το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο είχαν ασχοληθεί και οι Μαξ Πλανκ και Αρθουρ Χόλι Κόμπτον (A. H. Compton).

**1879**
Γεννιέται στην πόλη Ουλμ της Γερμανίας από Εβραίους γονείς ο Αλμπερτ Αϊνστάιν (19.3).
**1889**
Τελειώνει καθολικό Δημοτικό σχολείο και εγγράφεται στο Γυμνάσιο. Διακρίνεται για τον άτακτο χαρακτήρα του.
**1891**
Διαβάζει ένα εγχειρίδιο Ευκλείδειας Γεωμετρίας με το οποίο έρχεται σε επαφή με τις θετικές επιστήμες.
**1894**
Μεταβαίνει στο Μιλάνο, όπου εγκαθίστανται οι γονείς του.
**1896**
Δίνει εξετάσεις στη Σχολή Μηχανικών του περίφημου Ομοσπονδιακού Ινστιτούτου Τεχνολογίας (Πολυτεχνείου) της Ζυρίχης, αλλά αποτυγχάνει. Υστερούσε στα θεωρητικά και φυσιογνωστικά μαθήματα.
**1897**
Φοιτά τελικά στο τμήμα Μαθηματικών και Φυσικής του Πολυτεχνείου της Ζυρίχης, αφού προηγουμένως πήρε το απολυτήριο Γυμνασίου από το Ααράου.
**1900**
Παίρνει το πτυχίο του. Θα ακολουθήσει και η ελβετική υπηκοότητα.
**1902**
Βρίσκει δουλειά στο Γραφείο Ευρεσιτεχνιών της Βέρνης.
**1903**
Παντρεύεται τη συμφοιτήτριά του από τη Σερβία Μιλέβα Μάριτς.
**1905**
Ολοκληρώνει τη διατριβή του με θέμα *Ενας νέος προσδιορισμός των μοριακών διαστάσεων*. Την ίδια χρονιά δημοσιεύει στο *Annalen der Physik* άρθρο για την Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας. Εντείνει πλέον τη θεωρητική του εργασία πάνω στη Φυσική.
**1907**
Παρουσιάζει τη διάσημη εξίσωσή του.
**1909**
Διορίζεται επίκουρος καθηγητής στο Πανεπιστήμιο της Ζυρίχης.
**1910**
Τακτικός καθηγητής στο Πανεπιστήμιο της Πράγας.
**1912**
Επιστρέφει στο Πανεπιστήμιο της Ζυρίχης ως τακτικός καθηγητής.
**1914**
Εγκαθίσταται στο Βερολίνο, όπου αναλαμβάνει τη θέση του διευθυντή του Ινστιτούτου Φυσικής, καθώς και τη θέση του ακαδημαϊκού στο Πανεπιστήμιο του Βερολίνου. Λίγο μετά χωρίζει με τη γυναίκα του έχοντας δύο αγόρια.
**1916**
Στο *Annalen der Physik* δημοσιεύει την εργασία του «Η θεμελίωση της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας».
**1917**
Με την εργασία του *Κοσμολογικοί συλλογισμοί επί της γενικής θεωρίας της σχετικότητας* θεμελιώνει την επιστήμη της Κοσμολογίας.
**1919**
Παντρεύεται την ξαδέλφη του Ελζα.
**1921**
Του απονέμεται το βραβείο Νόμπελ για την ανακάλυψη του νόμου του φωτοηλεκτρικού φαινομένου. Προσφέρει την υποστήριξή του στο σιωνιστικό κίνημα.
**1933**
Η άνοδος του Χίτλερ τον βρίσκει στις Βρυξέλλες. Τα βιβλία του καίγονται από τους ναζιστές. Παραιτείται από την Ακαδημία Επιστημών. Κινητοποιείται εναντίον του ναζισμού. Μεταβαίνει στις ΗΠΑ.
**1934**
Οι εθνικοσοσιαλιστές φυσικοί της Γερμανίας καταδικάζουν ομόφωνα τη Θεωρία της Σχετικότητας. Του προσφέρεται –και την αποδέχεται– η θέση του καθηγητή στο Ινστιτούτο Ανωτέρων Σπουδών στο Πανεπιστήμιο του Πρίνστον.
**1939**
Απευθύνεται στον πρόεδρο Ρούζβελτ και του εισηγείται την κατασκευή της ατομικής βόμβας, ως απάντηση στην επιθετικότητα του ναζισμού.
**1952**
Αρνείται να αναλάβει την προεδρία του νεοσύστατου κράτους του Ισραήλ.
**1955**
Με τον Μπ. Ράσελ υπογράφουν δήλωση, καλώντας τις κυβερνήσεις των μεγάλων δυνάμεων να βρουν ειρηνικό τρόπο για την επίλυση των διαφορών τους. Πεθαίνει σε ηλικία 76 ετών (18.4).



**Ο Αϊνστάιν παίζοντας βιολί (σκίτσο της Laura Heinz, 1923)**



# ΤΟ ΠΕΡΙΕΡΓΟ

Των ΜΑΝΟΥ ΔΑΝΕΖΗ
και ΣΤΡΑΤΟΥ ΘΕΟΔΟΣΙΟΥ
επίκουρων καθηγητών Αστροφυσικής,
Τμήμα Φυσικής Πανεπιστημίου Αθηνών

Έχουν περάσει δεκαετίες μετά τη διατύπωση της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας από τον **Άλμπερτ Αϊνστάιν** και η ανθρώπινη νόηση ακόμη ερίζει γύρω από τη νέα λογική, αλλά και για τα βαθύτερα φυσικά νοήματα που διατυπώνει η αποδεδειγμένης αλήθειας πλέον θεωρία του.

Πριν από τη διατύπωση της Θεωρίας της Σχετικότητας, η έννοια της ανθρώπινης *κοινής λογικής*, των ανθρώπινων αισθήσεων, ταυτιζόταν με την *επιστημονική λογική*. Η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας ανέτρεψε αυτό το δόγμα. Η σχετικιστική επιστημονική σκέψη διαφοροποιείται όλο και περισσότερο από την *κοινή ανθρώπινη λογική*, μέχρι του σημείου να διεμβολίζει και αυτή ακόμη τη μεταφυσική και θεολογική σκέψη του παρελθόντος.

Η ανατροπή των κλασικών επιστημονικών δεδομένων συντρίφτηκε κάτω από το βάρος των νέων αντιλήψεων περί ύλης, χώρου και χρόνου που θεμελίωνε η Σχετικότητα.

Η ύλη, για τη Θεωρία της Σχετικότητας, δεν είναι πλέον το αναλλοίωτο σύμπλεγμα μορίων του **Νεύτωνα**, αλλά το πύκνωμα ενός ενεργειακού ρεύματος. Στο πλαίσιο του χωροχρόνου του Αϊνστάιν, η ύλη δεν αποτελεί μια ξεχωριστή οντότητα, αλλά μια ιδιομορφία του πεδίου. Ένα στοιχειώδες σωματίδιο δεν είναι τίποτε άλλο παρά ένας κινούμενος, μη αισθητός, στρόβιλος μέσα στο χώρο.

Αυτό που μέχρι σήμερα αντιλαμβανόμαστε σαν απτή και εξατομικευμένη ύλη, για τη σύγχρονη φυσική δεν είναι παρά ένα ψευδές κατασκεύασμα των αισθήσεών μας. Αντιλαμβανόμαστε δηλαδή το περιβάλλον μας, όχι όπως είναι στην πραγματικότητα, αλλά όπως οι αισθήσεις μάς επιτρέπουν να το



1. Από το Παγκόσμιο Συνέδριο Φυσικής του 1927 (οι κορυφές της φυσικής επιστήμης). Πρώτη σειρά, από αριστερά προς τα δεξιά, Langmuir, Planck, Curie, Lorentz, Einstein, Laugevin, Cuye, Wilson, Richardson. Δεύτερη σειρά, Debye, Kuudses, Bragg, Kramers, Dirac, Compton, De Broglie, Born, Bohr. Τρίτη σειρά, Piccard, Henriot, Ehrenfest, Herzen, Douder, Schrödinger, Verschaffelt, Pauli, Heisenberg, Fowler, Brillouin

# ΚΑΙΝΟΥΡΓΙΟ ΣΥΜΠΑΝ

αντιληφθούμε.

Οπως αναφέρει και ο **Τσαρλς Μιούζες** στο βιβλίο του *Συνείδηση και πραγματικότητα* (1972): «*Ενα δέντρο, ένα τραπέζι, ένα σύννεφο, μια πέτρα, όλα αυτά διαλύονται από την επιστήμη του 20ού αιώνα σε κάτι που συνίσταται από το ίδιο υλικό. Αυτό το κάτι είναι ένα συνονθύλευμα στροβιλιζόμενων σωματιδίων που υπακούουν στους νόμους της κβαντικής φυσικής. Τούτο σημαίνει ότι όλα τα αντικείμενα που μπορούμε να παρατηρήσουμε είναι απλές τρισδιάστατες εικόνες που σχηματίζονται από κύματα, κάτω από την επίδραση ηλεκτρομαγνητικών και πυρηνικών διαδικασιών*».

**Η έννοια του χώρου**

Ενα άλλο δεδομένο που άλλαξε δραματικά τις επιστημονικές απόψεις περί Σύμπαντος είναι η φύση του χώρου μέσα στον οποίο δημιουργούνται τα φυσικά γεγονότα.

Οπως γνωρίζουμε σήμερα, η έννοια του χώρου, όσον αφορά την επιστήμη, συνδέεται στενά με το σύνολο των φυσικών ιδιοτήτων του, η πειραματική επαλήθευση των οποίων τον μορφοποιεί αισθητά και ανθρωπίνως λογικά.

Η περιγραφή του χώρου μέσω των ιδιοτήτων του είναι θέμα της γεωμετρίας, και η πιο γνωστή μορφή χώρου είναι εκείνη που περιγράφεται από την Ευκλείδεια Γεωμετρία. Η γεωμετρία αυτή στηρίζεται στα γνωστά αξιώματα του **Ευκλείδη**.

Εκείνο που θα πρέπει να σημειωθεί είναι ότι η έννοια μιας γεωμετρίας δεν μπορεί να ταυτιστεί με την έννοια του χώρου και του αριθμού των διαστάσεών του. Η γεωμετρία περιγράφει μια σειρά ιδιοτήτων του χώρου ανεξαρτήτως του αριθμού των δια- ▶

**2. Ο Ρώσος μαθηματικός Νικολάι Ιβάνοβιτς Λομπατσέφσκι.**
**3. Υποδοχή στο Πανεπιστήμιο Σορβόνη το 1929**

στάσεών του. Ετσι π.χ. ένας χώρος –ανεξαρτήτως διαστάσεων– είναι Ευκλείδειος, αν υπακούει στα βασικά αξιώματα της Ευκλείδειας Γεωμετρίας.

Εκτός όμως του γνωστού και αντιληπτού, μέσω των ανθρώπινων αισθήσεων, Ευκλείδειου χώρου, οι μεγάλοι μαθηματικοί **Λομπατσέφσκι** (Lobatschewski) και **Ρίμαν** (Riemann) δόμησαν δύο μη Ευκλείδειες Γεωμετρίες που περιγράφουν αντίστοιχα τις ιδιότητες δύο ανεξάρτητων και διαφορετικών χώρων που φέρουν τα ονόματά τους.

Οι δύο αυτοί χώροι και οι αντίστοιχες γεωμετρίες τους αποτελούσαν απλά θεωρητικά κατασκευάσματα χωρίς πρακτική φυσική σημασία, μέχρι τη στιγμή που ο Αϊνστάιν διατύπωσε τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας, η οποία προϋποθέτει και λειτουργεί μόνο στο πλαίσιο ενός χώρου *Ρίμαν*. Με λίγα λόγια, ο χώρος του Σύμπαντος που μας περιβάλλει και τον οποίο θέλουμε να λέμε ότι μετράμε, εφ' όσον δεχόμαστε ότι αληθεύει στο πλαίσιό του η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας, δεν είναι Ευ-

## Η ανατροπή των κλασικών επιστημονικών δεδομένων συντρίφτηκε υπό το βάρος των νέων αντιλήψεων που θεμελίωνε η Σχετικότητα

κλείδειος, αλλά χώρος *Ρίμαν*.

Το παράδοξο όμως είναι ότι η γεωμετρία του Ευκλείδη μπορεί να εφαρμοστεί, με πολύ καλή προσέγγιση, σε πολύ μικρά κομμάτια ενός χώρου *Λομπατσέφσκι*. Εν τούτοις, η απόκλισή της από την αλήθεια γίνεται φανερή σε αστρονομική κλίμακα. Αυτό σημαίνει ότι η γεωμετρία του Ευκλείδη είναι μια οριακή περίπτωση της γεωμετρίας του Λομπατσέφσκι, η οποία με τη σειρά της αποδεικνύεται ότι είναι μια οριακή περίπτωση της γεωμετρίας του Ρίμαν.

Εδώ όμως αρχίζουν τα παράδοξα για την κοινή ανθρώπινη λογική, εφ' όσον, όπως γνωρίζουμε σήμερα, *οι αισθήσεις μας μπορούν να καταγράψουν και να συγκεκριμενοποιήσουν σχήματα που μορφοποιούνται μόνο μέσα σε χώρους μέχρι τριών διαστάσεων οι οποίοι περιγράφονται από την Ευκλείδεια Γεωμετρία. Τα σχήματα τα οποία μορφοποιούνται μέσα σε χώρους που περιγράφονται από μη Ευκλείδειες Γεωμετρίες, όπως αυτές του Λομπατσέφσκι και του Ρίμαν, δεν είναι δυνατόν να γίνουν αντιληπτά από τις ανθρώπινες αισθήσεις* (**Μ. Δανέζης** και **Σ. Θεοδοσίου**, *Η Κοσμολογία της Νόησης*, εκδόσεις Δίαυλος, Αθήνα 2003).

Συνεπώς, επειδή η γεωμετρία του τετραδιάστατου χώρου της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας του Αϊνστάιν είναι Ρίμαν, το Σύμπαν δεν είναι Ευκλείδειο στο σύνολό του. Αυτό σημαίνει ότι δεν θα έπρεπε να γίνονται αντιληπτά μέσω των αισθήσεών μας τα σχήματα και οι μορφές του συμπαντικού μας χώρου. Το ότι συνειδητοποιούμε τα σχήματα που μας περιβάλλουν, είναι αποτέλεσμα του γεγονότος ότι *«οι αισθήσεις μας έχουν την ιδιότητα, δημιουργώντας ιδεατές τομές στο συνεχές χωροχρονικό γίγνεσθαι του συμπαντικού χώρου, να καταγράφουν μόνο μικρά κομμάτια του μη Ευκλείδειου χώρου Ρίμαν που μας περιβάλλει»*. Αυτοί, οι μέσω των τομών δημιουργούμενοι υποχώροι, όπως αναφέραμε προηγουμένως, συμπεριφέρονται με μεγάλη ακρίβεια σαν Ευκλείδειοι, και μπορούν να γίνουν αντιληπτοί από τις αισθήσεις μας.

Ετσι στην ουσία αυτό που αντιλαμβανόμαστε δεν είναι παρά η προβολική σκιά Ριμάνειων μορφών και σχημάτων μέσα σε τρισδιάστατους Ευκλείδειους χώρους. Η εντύπωση σχηματισμού και ύπαρξης αυτών των Ευκλείδειων χώρων είναι αποτέλεσμα αυθαίρετων και μη υπαρκτών τομών του συνεχούς και αδιαίρετου συμπαντικού χωροχρόνου, τις οποίες προκαλούν οι περιορισμένες δυνατότητες των αισθήσεών μας. Μέσω της δημιουργίας αυτών των πλαστών τομών, ο άνθρωπος έχει τη δυνατότητα να αντιλαμβάνεται έστω μια σκιά όσων διαδραματίζονται στο κοντινό συμπα-




3

ντικό περιβάλλον του.

Βεβαίως, όλα τα προηγούμενα πιστοποιούν το γεγονός ότι, εκτός των άλλων, η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας άλλαξε και το φιλοσοφικό υπόβαθρο των θετικών επιστημών.

Το σχετικιστικό Σύμπαν μας, όπως ακριβώς πίστευε και ο **Πλάτωνας**, είναι μη αισθητό. Οι μορφές και τα σχήματα που αντιλαμβανόμαστε αποτελούν ψευδείς απεικονίσεις άλλων, πραγματικών μεν αλλά μη αισθητών γεγονότων, τα οποία αποτυπώνονται σαν σκιές πάνω σε μικρά κομμάτια του χώρου που οι αισθήσεις μας έχουν τη δυνατότητα να αντιλαμβάνονται.

**Εκτός των άλλων, η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας άλλαξε και το φιλοσοφικό υπόβαθρο των θετικών επιστημών**

Ομως δεν είναι μόνο ο Πλάτωνας που είχε προβλέψει τη νέα φυσική πραγματικότητα. Δεν πρέπει να ξεχνάμε τον **Ηράκλειτο**, τον **Δημόκριτο** και τον **Παρμενίδη**, οι οποίοι δίδασκαν ότι αυτά που αντιλαμβάνονται οι αισθήσεις δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα, αλλά δημιουργούνται μόνο στη φαντασία των ανθρώπων. Επί πλέον πρέσβευαν ότι η γνώση που προέρχεται από τις αισθήσεις είναι ψευδής και πως μόνο η διανοητική σύλληψη των πραγμάτων μάς οδηγεί στη συμπαντική αλήθεια.

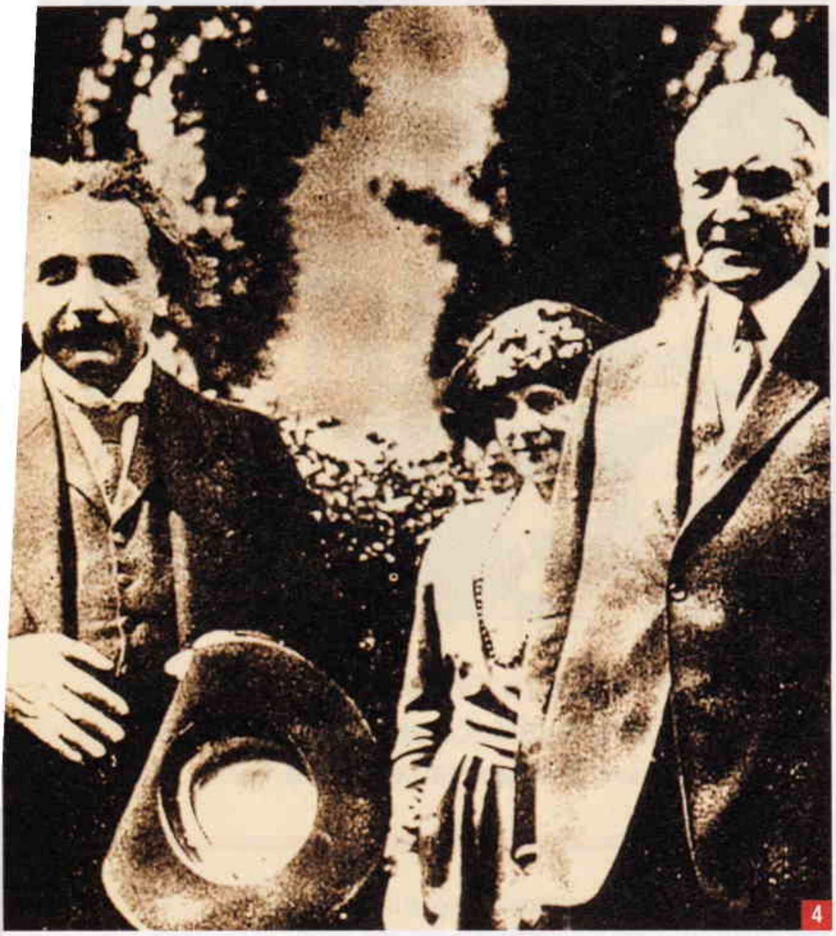
**Η έννοια του χρόνου**

Σύμφωνα με την άποψη του Α. Αϊνστάιν, ο χώρος των τριών διαστάσεων καθώς και η διάσταση χρόνος είναι οντότητες αναπόσπαστα συνδεδεμένες και δομούν μια ενιαία συμπαντική πραγματικότητα, αυτή του χωροχρόνου. Από την ενότητα του χωροχρόνου δεν μπορούμε να διαχωρίσουμε το χρόνο, αντιμετωπίζοντάς τον ανεξάρτητα από τις άλλες τρεις διαστάσεις (τον τρισδιάστατο χώρο), διότι και η διάσταση αυτή χάνει την ταυτότητά της, και το σύστημα των ανεξάρτητων οντοτήτων χώρος-χρόνος δεν μπορεί πλέον να περιγράψει τη συμπαντική πραγματικότητα.

Ομως, ακόμη κι αν μπορούσαμε να ξεχωρίσουμε το χρόνο από τη δομή του χωροχρόνου, για να τον αντιληφθούμε μέσω των αισθήσεών μας, θα έπρεπε ο τετραδιάστατος χωροχρόνος να περιγράφεται από την Ευκλείδεια Γεωμετρία, γεγονός που δεν συμβαίνει, εφ' όσον εκφράζεται από μια μη Ευκλείδεια Γεωμετρία, αυτή του Ρίμαν. Τούτο σημαίνει ότι μέσω των αισθήσεών μας δεν είναι δυνατό να αντιληφθούμε την πραγματική ουσία της διάστασης χρόνος (Μ. Δανέζης και Σ. Θεοδοσίου, *Η Κοσμολογία της Νόησης,* εκδόσεις Δίαυλος, Αθήνα 2003).

Οι αισθήσεις μας όμως μπορούν να αντιληφθούν απειροελάχιστα τμήματα του Σύμπαντος, τα οποία με καλή προσέγγιση περιγράφονται από την Ευκλείδεια Γεωμετρία. Μέσα σε αυτά τα μικρά συμπαντικά κομμάτια, αντιλαμβανόμαστε αυτό που οι άνθρωποι αποκαλούν χρόνο και τον μετράνε με τα ρολόγια και τα ημερολόγιά τους. Οπως είναι όμως φανερό, ο χρόνος αυτός δεν έχει καμιά σχέση με τη διάσταση χρόνος.

Ετσι αν αλλάξουμε σύστημα αναφοράς στο χω-



4

**4. Στις ΗΠΑ το 1921, με τον πρόεδρο Χάρντινγκ**

ροχρόνο, ο χρόνος μετασχηματίζεται εν μέρει σε χώρο και ο χώρος εν μέρει σε χρόνο, με τρόπο ώστε να αναμιγνύονται χωρίς πραγματική διάκριση οι χωρικές και οι χρονικές συντεταγμένες. Δεν υπάρχει λοιπόν πια θέμα να δώσουμε τόπο στο χρόνο.

Για τη φύση του χρόνου, όπως αναφέρει ο **Ετιέν Κλάιν** (Étienne Klein) (1997), ο ίδιος ο Αϊνστάιν έγραψε στην προσωπική του αλληλογραφία [επιστολή 21.3.55 στην οικογένεια του φίλου του **Μισέλ Μπεσό** (Michel Besso) μετά τον θάνατό του]: *«Για μας, τους ορκισμένους φυσικούς, η διάκριση ανάμεσα στο παρελθόν, το παρόν και το μέλλον είναι μόνο μια ψευδαίσθηση, ακόμη κι αν είναι τόσο επίμονη».*

Τελικά όμως τι είναι χρόνος;

Ο χρόνος είναι μία από τις πολλές (περισσότερες των τριών) μαθηματικές διαστάσεις του συνεχούς, μη Ευκλείδειου και αδιάσπαστου χωροχρόνου. Ως εκ τούτου η πραγματική φύση του χρόνου, ο οποίος συνιστά μία τέταρτη διάσταση ενός μη Ευκλείδειου χωροχρόνου, δεν είναι δυνατό να γίνει αντιληπτή από τις ανθρώπινες αισθήσεις μέσω τρισδιάστατων και Ευκλείδειων επιστημονικών πειραματισμών. Αυτό που αντιλαμβανόμαστε ως χρόνο μέσω των πειραμάτων μας δεν αποτελεί παρά την απεικόνιση της διάστασης χρόνος στο χώρο της εξέλιξης του πειράματός μας. Και οι χώροι εξέλιξης των θερμοδυναμικών, κοσμολογικών και κβαντικών πειραμάτων διαφέρουν τόσο στη μαθηματική δομή όσο και στις ιδιότητές τους. Δηλαδή έχουμε την εικόνα της διάστασης χρόνος πάνω σε διαφορετικούς καθρέφτες, γι' αυτόν το λόγο οι εικόνες του διαφέρουν έστω και ελάχιστα. Το ζητούμενο λοιπόν είναι να μπορέσουμε να βρούμε τη σχέση μεταξύ των ιδιοτήτων των καθρεφτών και όχι μεταξύ των διαφόρων ειδώλων (προβολών) του χρόνου πάνω σ' αυτούς.

**Ο χώρος των τριών διαστάσεων και η διάσταση χρόνος δομούν μια ενιαία συμπαντική πραγματικότητα, αυτή του χωροχρόνου**

### Τετάρτη διάσταση και μεταφυσική

Η εισαγωγή όμως μιας τέταρτης διάστασης στη συμπαντική δομή δημιούργησε μια σειρά φιλοσοφικών προβλημάτων.

Ηταν ήδη γνωστό στη μαθηματική σκέψη ότι οι μορφές και τα σχήματα που δημιουργούνται σε χώρους τεσσάρων διαστάσεων, ακόμη και αν αυτοί είναι Ευκλείδειοι, δεν είναι δυνατό να γίνουν αντιληπτά από τις ανθρώπινες αισθήσεις. Εκτός αυτού έχουν παράξενες έως μεταφυσικές ιδιότητες.

Ενα τετραδιάστατο αντικείμενο με μαθηματικά κριτήρια μπορεί να περάσει ανεμπόδιστα μέσα από ένα συμπαγές υλικό τρισδιάστατο σώμα και μάλιστα χωρίς να ακουμπήσει ποτέ την εξωτερική του επιφάνεια.

Ολα τα προηγούμενα δεν ήταν δυνατό να μην κεντρίσουν τη μεταφυσική φιλοσοφία.

Οπως αναφέρει ο **Μαξ Γιάμερ** (Max Jammer) στο βιβλίο του *Εννοιες του χώρου* (Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο 2001): *«...Είναι αξιοπερίεργο το γεγονός ότι η ιδέα μιας τέταρτης διάστασης έγινε δεκτή με ενθουσιασμό από τους πνευματιστικούς κύκλους. Ο **Χένρι Μουρ** (Henry Moore) είχε ήδη εφαρμόσει αυτή την έννοια στην πνευματιστική του σύλληψη την οποία αποκαλούσε apissitudo essentialis (ουσιώδη πυκνότητα). Στο "Enchiridion metaphysicum" γράφει: Ετσι, όπου τυχόν περιέχονται σε κάτι, είτε περισσότερες ουσίες είτε πιο πολλή ουσία από ό,τι αυτό ισοσταθμίζει με το μέγεθός του, εκεί γίνεται αντιληπτή η τέταρτη διάσταση, την οποία ονομάζω ουσιώδη πυκνότητα.*



5

5. Ο Αϊνστάιν με τους μεγάλους φυσικούς Α. Μίκελσον και Ρ. Μίλικαν το 1926

*Τα υπερφυσικά φαινόμενα τα οποία επιδεικνύονται από τους πνευματιστές στις διάφορες συγκεντρώσεις τους ερμηνεύονταν με βάση την υπόθεση μιας τέταρτης διάστασης».*

Γνωστότατα από αυτή την άποψη είναι τα πειράματα που πραγματοποίησε ο Γερμανός καθηγητής της Αστρονομίας στη Λιψία **Γιόχαν Κ. Τσέλνερ** (J.K. Zöllner) στα οποία είχαν παραστεί μάρτυρες πολλοί από τους διακεκριμένους συναδέλφους του. Πειράματα τοπολογικού χαρακτήρα, όπως το λύσιμο κόμπων δεμένων σε κλειστούς νηματικούς βρόχους ή τα περίφημα συμβάντα που είναι γνωστά ως *apports* (προσκομίσεις), δηλαδή η ξαφνική εμφάνιση και προσέγγιση ενός αντικειμένου από το πουθενά, ερμηνεύθηκαν ως κινήσεις ή διεργασίες στην τέταρτη χωρική διάσταση. Στην εκτενή εργασία *Transcendentale Physic* (Γ.Κ. Τσέλνερ, Transcendentale Physic, μετάφρ. C.C Massey, Λονδίνο 1880), ο Τσέλνερ (1880) προσπαθεί να ερμηνεύσει, με βάση αυτή την υποθετική διάσταση, όχι μόνο τα φαινόμενα που εκδηλώνονται σε πνευματιστικές συγκεντρώσεις, αλλά και τα κάθε είδους θρησκευτικά θαύματα.

Εν τέλει όμως θα μπορέσουμε ποτέ να κατανοήσουμε πλήρως το περίεργο Σύμπαν του δόκτορος Αλμπερτ Αϊνστάιν;

Ο **Μαξ Πλανκ** (Max Planck) διατύπωσε την άποψη: *«Καμιά νέα επιστημονική θεωρία δεν θριάμβευσε επειδή κατάφερε να πείσει τους αντιπάλους της κάνοντάς τους να δουν το φως της αλήθειας, αλλά μόνο γιατί αυτοί που ήταν εναντίον της κάποια στιγμή πέθαναν, και μια νέα γενιά περισσότερο εξοικειωμένη μαζί της μεγάλωσε και πήρε τα ηνία».*


ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Δανέζης Μάνος και Θεοδοσίου Στράτος, *Το Σύμπαν που αγάπησα-Εισαγωγή στην Αστροφυσική*, εκδόσεις Δίαυλος, Αθήνα 1999.

Δανέζης Μάνος και Θεοδοσίου Στράτος, *Η Κοσμολογία της Νόησης-Εισαγωγή στην Κοσμολογία*, εκδόσεις Δίαυλος, Αθήνα 2003.


**Αλμπερτ Αϊνστάιν: «Η διάκριση ανάμεσα στο παρελθόν, το παρόν και το μέλλον είναι μόνο μια ψευδαίσθηση»**

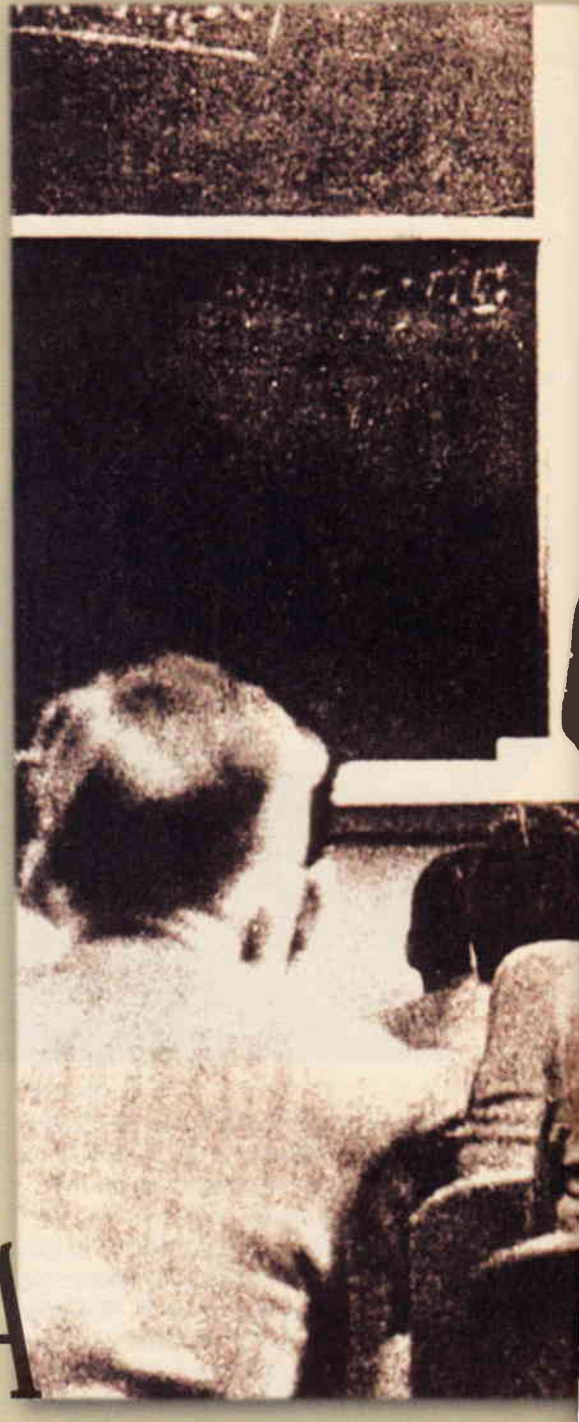
Των ΣΤΡΑΤΟΥ ΘΕΟΔΟΣΙΟΥ
και ΜΑΝΟΥ ΔΑΝΕΖΗ
επίκουρων καθηγητών Αστροφυσικής,
Τμήμα Φυσικής Πανεπιστημίου
Αθηνών

Οι τεχνικές της μέτρησης του χρόνου, φαινομενικά, είχαν φτάσει σε υψηλό επίπεδο τελειότητας, όταν ο **Αλμπερτ Αϊνστάιν** –διατυπώνοντας την *Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας*– γκρέμισε ολόκληρο το νοητικό και λογικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο είχαν βασιστεί μέχρι τότε.

Παλαιότερα πιστεύαμε ότι το μήκος κάθε αντικειμένου δεν μεταβάλλεται, ασχέτως αν το αντικείμενο είναι ακίνητο ή κινείται με κάποια ταχύτητα. Το ίδιο πιστεύαμε ότι θα συμβαίνει με τη μάζα του, δηλαδή ότι παραμένει παντού και πάντοτε η ίδια. Ομοίως, θεωρούσαμε δεδομένο ότι τα ρολόγια μας δείχνουν την ίδια ώρα είτε βρίσκονταν καρφωμένα στον ακίνητο τοίχο του σπιτιού μας είτε κρέμονταν στο πιλοτήριο ενός ταχύτατα κινούμενου αεροπλάνου.

Και όμως η γνώμη μας αυτή ήταν λαθεμένη! Δεν κατανοούσαμε ότι όλα αυτά τα «λογικά» γεγονότα συνέβαιναν μόνο και μόνο επειδή η ταχύτητα των κινούμενων αντικειμένων ή του ρολογιού μας ήταν πολύ μικρή σε σχέση με την ταχύτητα του φωτός, η οποία φτάνει τα 300.000 χλμ./δευτ. και είναι η πιο μεγάλη ταχύτητα που μπορούμε να συναντήσουμε μέσα στον κατανοητό και αισθητό από εμάς κόσμο.

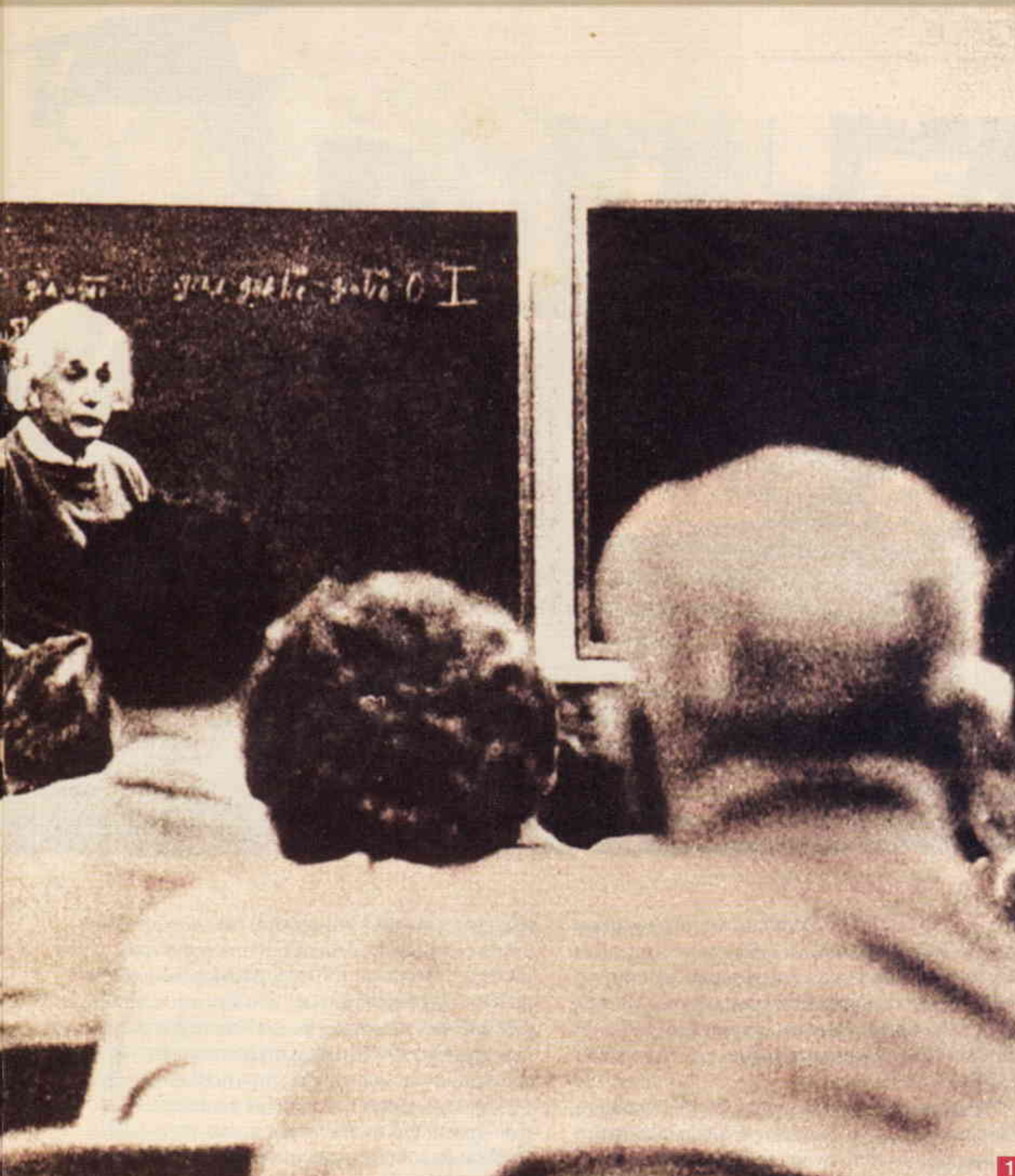
Σύμφωνα με την *Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας*, το μήκος ενός αντικειμένου μικραίνει όσο μεγαλώνει η ταχύτητά του, και θα γίνει πρακτικά «μηδέν», όταν η ταχύτητά του φτάσει θεωρητικά την τιμή της ταχύτητας του φωτός.



# ΤΑ ΠΑΡΑΞΕΝΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΤΗΣ ΘΕΩΡ

Κατά τη διάρκεια όμως της χρονικής περιόδου που το μήκος του αντικειμένου «ζαρώνει» λόγω της αύξησης της ταχύτητάς του, η μάζα του ολοένα και μεγαλώνει μέχρι να γίνει *άπειρη*, όταν το μήκος του θα έχει γίνει *μηδέν*.

Μέσα σ' αυτόν το μαγικό χορό των βαθμιαίων μεταμορφώσεων των σωμάτων, όπου τα οδηγεί η αύξηση της ταχύτητάς τους, η ανθρώπινη λογική ε-



1. Μάθημα στο Ινστιτούτο Ανωτέρων Σπουδών του Πρίνστον

# ΑΣ ΤΗΣ ΣΧΕΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

πιζήτησε να ελέγξει τη σταθερότητα της έννοιας του χρόνου. Μάταια όμως! Ο χρόνος διαστέλλεται, όπως και η μάζα ενός σώματος, όταν αυξάνεται η ταχύτητά του. Ετσι, τη στιγμή που το σώμα θα αποκτήσει την ταχύτητα του φωτός, οι δείκτες του ρολογιού θα σταματήσουν να γυρίζουν, εφ' όσον ο χρόνος ανάμεσα σε δύο χτύπους του υπολογίζεται ότι θα είναι άπειρος, ταυτιζόμενος με την αιωνιότητα.

Το παράδοξο, για την κοινή λογική, φαινόμενο της διαστολής του χρόνου δεν αποτελεί πλέον ένα θεωρητικό κατασκεύασμα, αφού έχει αποδειχθεί





**2. Με το βοηθό του Λέοπολντ Ινφελντ (Πρίνστον, 1938)**

και πειραματικά. Η επαλήθευση του φαινομένου αυτού επιτεύχθηκε κατά τη διάρκεια πειραμάτων όπου έγινε χρήση επιταχυντών σωματιδίων, όταν υπολογίστηκε ότι η διάρκεια ζωής κάποιων στοιχειωδών σωματιδίων, γνωστών ως μιονίων, μπορεί να επιμηκυνθεί, αν επιταχυνθούν σε πολύ υψηλές ταχύτητες.

Τα μιόνια είναι κάποιο είδος βαρέων ηλεκτρονίων, που παράγονται με φυσικό τρόπο στην ανώτερη ατμόσφαιρα από την κοσμική ακτινοβολία ή τεχνητά μέσω συγκρούσεων ανάμεσα σε σωματίδια μέσα σε επιταχυντές υψηλής ενέργειας. Η μέση διάρκεια ζωής (t) των μιονίων είναι περίπου 2,2 x $10^{-6}$ δευτερόλεπτα. Παρ' όλ' αυτά, η Θεωρία της Σχετικότητας, αλλά και η πειραματική διαδικασία αποδεικνύουν ότι το χρονικό διάστημα ανάμεσα στη δημιουργία ενός μιονίου και στη διάσπασή του δεν συμπίπτει με το χρόνο ζωής του (t), παρά μόνο αν

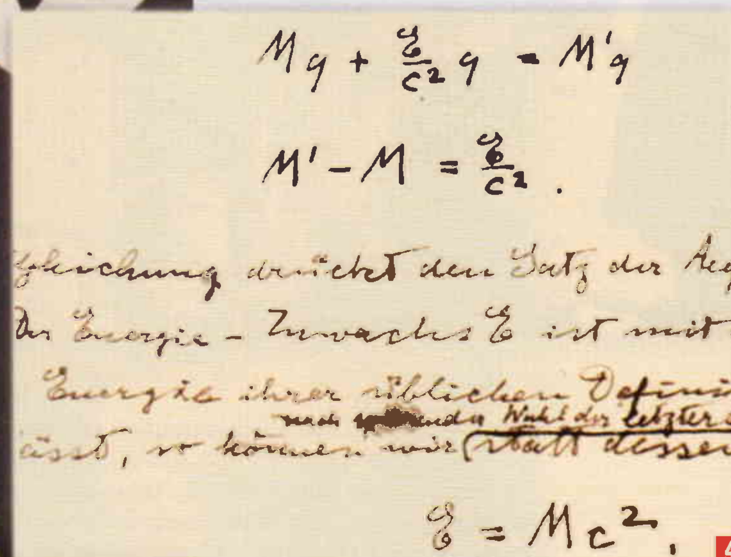
**Σύμφωνα με την Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας, το μήκος ενός αντικειμένου μικραίνει όσο μεγαλώνει η ταχύτητά του**

το μιόνιο γεννηθεί και πεθάνει σε ένα και το αυτό σημείο του χώρου, δηλαδή αν είναι ακίνητο. Αν κινείται, η διάρκεια της πραγματικής ζωής του, άρα και το μήκος της τροχιάς που διανύει, εξαρτάται είτε από την ενέργεια είτε από την ταχύτητά του. Οσο ταχύτερα κινείται τόσο περισσότερο ζει, και αν η ταχύτητά του προσεγγίσει την ταχύτητα του φωτός στο κενό, μπορεί να υπάρξει για πολύ περισσότερο χρόνο από το θεωρητικό χρόνο της ζωής του. Αύξηση δηλαδή της ταχύτητάς του σημαίνει παράταση της ζωής του.

Ο Αϊνστάιν, με την *Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας*, έθεσε την έννοια του χρόνου σε ένα νέο φιλοσοφικό υπόβαθρο. Ο χρόνος του Αϊνστάιν, εκείνες τις πρώτες περιόδους που γεννήθηκε η Ειδική Σχετικότητα, μπορεί να συνέχιζε να κινείται ευθύγραμμα προς τα εμπρός, αλλά με κανέναν τρόπο η κίνησή του αυτή δεν ήταν σταθερή και αμετάβλητη. Ενα άλλο σημείο άξιο προσοχής είναι ότι ο χρόνος, όπως αναδύθηκε από τη φυσική αυτή θεωρία, έχει νόημα μόνο όταν συνδέεται με την έννοια του χώρου. Αυτό το ζευγάρωμα χώρου και χρόνου γεννά άμεσα την έννοια της χρονικής στιγμής, που αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο σημείο του χώρου. Ετσι δημιουργείται η αίσθηση ότι το συμβάν απο-

3. Τελετή στο Πανεπιστήμιο της Νέας Υόρκης το 1943. Ο Αϊνστάιν φέρει τα διακριτικά του Πανεπιστημίου της Σορβόνης για να τιμήσει το γαλλικό λαό.
4. Σε ένα μεταγενέστερο (1946) χειρόγραφό του ο Αϊνστάιν εξηγεί πώς έφτασε στην εξίσωση $E=mc^2$ (Μουσείο Επιστήμης της Βοστόνης)





4

τελεί ένα σημείο του χωροχρόνου, που η περιγραφή του προσδιορίζεται από ένα συγκεκριμένο «πού» και ένα αντίστοιχο «πότε».

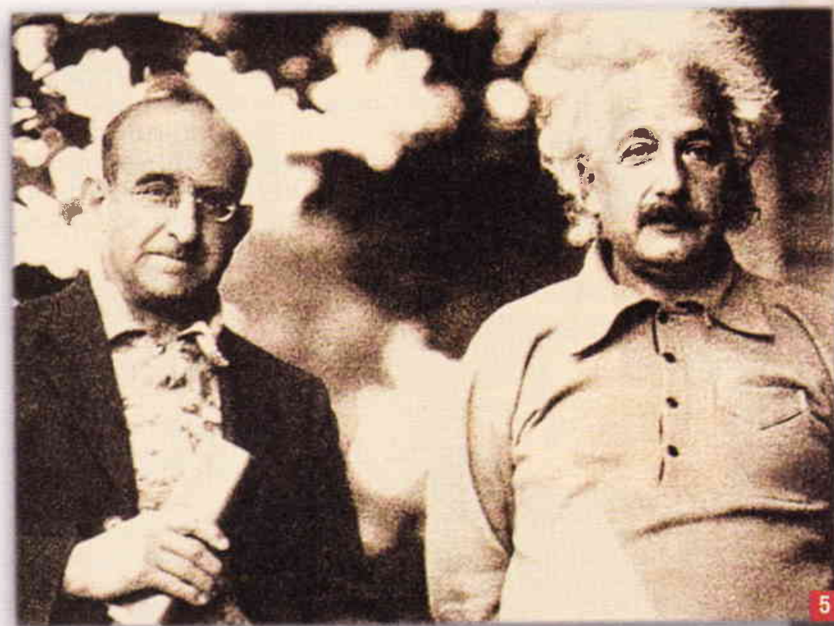
Το γαϊτανάκι όμως αυτής της νέας λογικής επαγωγής συνεχίζεται. Η έννοια της χρονικής στιγμής δημιουργεί την έννοια του χρονικού διαστήματος, που δεν είναι τίποτε άλλο παρά η *απόσταση* μεταξύ δύο χρονικών στιγμών. Το χρονικό διάστημα συνδεδεμένο με την *απόσταση χώρου*, την οποία απέχουν δύο χρονικές στιγμές, μας δίνει την έννοια της διάρκειας της εξέλιξης ενός συμβάντος, τόσο μέσα στο χώρο όσο και μέσα στο χρόνο. Η ευθύγραμμη προς τα εμπρός ροή του *χρόνου του Αϊνστάιν* φαινόταν τόσο καλά τεκμηριωμένη, ώστε κανένας δεν μπορούσε να διανοηθεί ότι θα την αμφισβητήσει ή θα την επεκτείνει. Αυτό επιτεύχθηκε όμως από τον ίδιο τον πατέρα της νέας ιδέας, στο πλαίσιο της *Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας*, την οποία διατύπωσε λίγα χρόνια αργότερα. Μετά την ισχυρή «βόμβα» στα θεμέλια της Νευτώνειας Φυσικής, η ευθύγραμμη προς τα «εμπρός» ροή του χρόνου της *Ειδικής Σχετικότητας* άρχισε να αμφισβητείται, καθώς πλήθαιναν οι αναφορές διακεκριμένων επιστημόνων στη θεωρητική δυνατότητα επάλληλων βυθισμάτων από το παρόν στο παρελθόν ή το μέλλον, και αντιστρόφως. Ολα αυτά ίσως προμηνύουν μια νέα εποχή για την ανθρώπινη νόηση.

**Ο χρόνος στη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας**

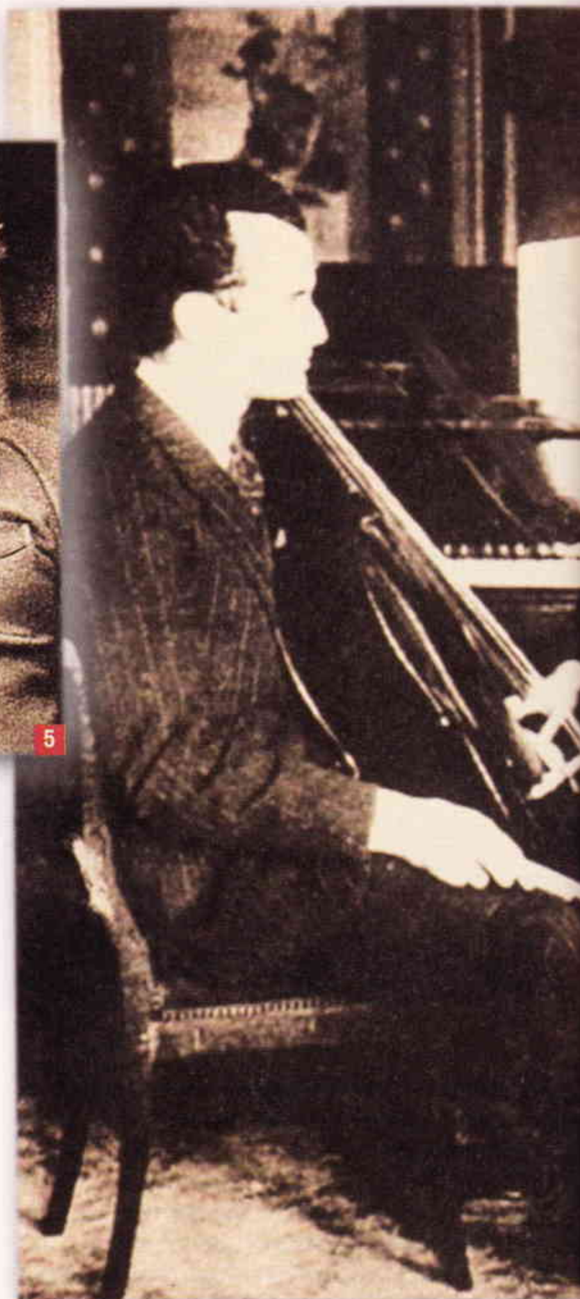
Οσο και αν προξενούν εντύπωση τα γεγονότα που συμβαίνουν όταν η ταχύτητα κάποιου αντικειμένου προσεγγίσει την ταχύτητα του φωτός, δεν είναι παρά ασήμαντες λεπτομέρειες μπροστά στα φαινόμενα που περιγράφει η *Γενική Θεωρία της Σχετικότητας*. Κύριο στοιχείο της νέας αυτής επιστημονικής σύλληψης είναι η έρευνα των φαινομένων που μπορούν θεωρητικά να συμβούν σε περιοχές στις οποίες επικρατούν τεράστια πεδία βαρύτητας. Η μελέτη των νέων δεδομένων μάς οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ένα ισχυρότατο πεδίο βαρύτητας καμπυλώνει το χώρο.

Με βάση τη Γενική Σχετικότητα, η βαρύτητα δεν ▶

**Τη στιγμή που το σώμα θα αποκτήσει την ταχύτητα του φωτός, οι δείκτες του ρολογιού θα σταματήσουν**



5



είναι μια δύναμη που ασκείται ανάμεσα στα διάφορα υλικά του Σύμπαντος, αλλά μια γεωμετρική ιδιότητα του ίδιου του Σύμπαντος. Η εισαγωγή της βαρύτητας στο χωροχρόνο τον υποχρεώνει να χάνει το σχήμα του, να κυρτώνει, δηλαδή να γίνεται καμπύλος. Στο πλαίσιο της καμπύλωσης του χωροχρόνου, ο χώρος, ο χρόνος και επίσης η ύλη αλληλοεμπλέκονται και αλληλοσυμπληρώνονται. Οι εξισώσεις του Αϊνστάιν προβλέπουν ότι η πυκνότητα της μάζας και της ενέργειας καθορίζει τη δομή του χωροχρόνου και αποφαίνονται ότι αυτή η δομή, την οποία αποκαλούμε μετρική του χωροχρόνου, προσδιορίζει τη δυναμική και την τροχιά των αντικειμένων που περιέχονται στο Σύμπαν.

Σ' ένα τέτοιο πλαίσιο, όχι μόνο η ταχύτητα των παρατηρητών, αλλά και η μάζα (η ένταση του δυναμικού της βαρύτητας) επιδρούν άμεσα στην ταχύτητα ροής του χρόνου.

**Οι εξισώσεις του Αϊνστάιν προβλέπουν ότι η πυκνότητα της μάζας και της ενέργειας καθορίζει τη δομή του χωροχρόνου**

Από την εποχή του **Νεύτωνα** ήταν γνωστό ότι ένα πεδίο βαρύτητας είναι το αποτέλεσμα μιας μάζας σε κάποια συγκεκριμένη περιοχή του χώρου. Η ένταση του πεδίου βαρύτητας εξαρτάται δηλαδή από την τιμή της πυκνότητας της συγκεκριμένης μάζας. Αυτό σημαίνει ότι αναγκαία προϋπόθεση για την εμφάνιση υψηλότατων βαρυτικών πεδίων, ικανών να προσεγγίσουν τις τιμές βαρύτητας που απαιτεί η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας, είναι η ύπαρξη μαζών τεραστίων πυκνοτήτων.

Το πρόβλημα αυτό το ξεπέρασε η σύγχρονη αστροφυσική με την ανακάλυψη της λεγόμενης «μελανής οπής» ή *«μαύρης τρύπας» (black hole)*, νεκρά άστρα με μεγάλες μάζες, τεράστιες πυκνότητες και ισχυρά μαγνητικά πεδία στην ευρύτερη περιοχή τους.

Αναφερόμενοι ειδικά στο χρόνο, παρατηρούμε ότι πεδία βαρύτητας μεγάλων τιμών τον αναγκάζουν να σταματήσει, όπως ακριβώς και στην περίπτωση του κινούμενου αντικειμένου που φτάνει την ταχύτητα του φωτός.

Οπως αναφέρει ο **Λιούις Επστάιν** (Lewis



5. Με το μετέπειτα βιογράφο του, φυσικό Φίλιπ Φρανκ, σε μια φωτογραφία του 1928.
6. Ενα μουσικό διάλειμμα

Epstein) στο βιβλίο του *Εικόνες της Σχετικότητας* (εκδόσεις Κάτοπτρο, 1992), η διαστολή του χρόνου, που προκαλείται από την ύπαρξη ενός μεγάλου πεδίου βαρύτητας, διαφέρει από τη διαστολή που οφείλεται στην κίνηση, στο εξής σημείο: *«Αν εγώ κινούμαι ως προς εσάς, τότε εγώ νομίζω ότι το δικό μου ρολόι δουλεύει σωστά, ενώ το δικό σας πάει πίσω. Συγχρόνως εσείς νομίζετε ότι το δικό σας πάει καλά, αλλά το δικό μου μετράει αργά και πάει πίσω.*

*Αν όμως την επιβράδυνση της χρονομέτρησης την προκαλεί η βαρύτητα και εσείς βρίσκεστε πιο κοντά στην πηγή του πεδίου βαρύτητας από εμένα, τότε εγώ νομίζω ότι το δικό μου ρολόι δουλεύει σωστά, ενώ το δικό σας πάει πίσω, ομοίως εσείς νομίζετε ότι το δικό σας ρολόι πάει καλά, ενώ το δικό μου χρονομετρά με γοργούς ρυθμούς, δηλαδή πάει μπροστά»*.

Οι εργασίες των διάσημων κοσμολόγων **Στίβεν Χόκινγκ** (S. Hawking) και **Ρ. Πενρόουζ** (R. Penrose) άνοιξαν νέα παράθυρα στην έννοια της αρχής του χρόνου. Και όπως γράφει ο αστροφυσικός **Θ. Γραμμένος** (1988): *«Απέδειξαν με μεθόδους της Τοπολογίας και της Διαφορικής Γεωμετρίας ότι ο χρόνος άρχισε να ρέει τη στιγμή της Μεγάλης Εκρηξης, οπότε δημιουργήθηκε και ο χώρος. Συνεπώς η γέννηση του Σύμπαντος και η δημιουργία του χωροχρόνου ταυτίζονται χρονικά. Εφαρμόζοντας τους νόμους της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας και αντιστρέφοντας την κατεύθυνση ροής του χρόνου απέδειξαν ότι το Σύμπαν όχι μόνο θα μπορούσε, αλλά μάλλον επι-*

**7. Το εξώφυλλο του περιοδικού Time που ανακήρυξε τον Αϊνστάιν σε «προσωπικότητα του 20ού αιώνα» και το ελβετικό διαβατήριό του (8)**

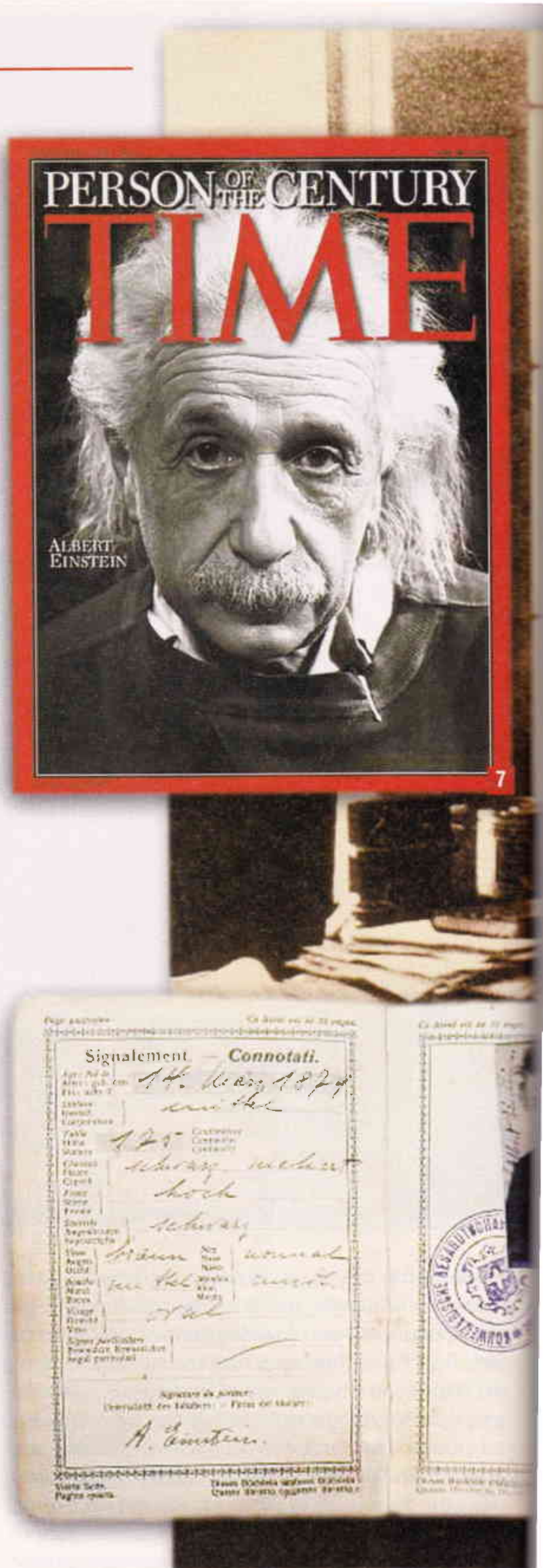
*βάλλεται να έχει προκύψει από τη Μεγάλη Εκρηξη μιας σημειακής ιδιομορφίας (point singularity) άπειρης πυκνότητας και θερμοκρασίας».*

Συνεπώς, όπως αναφέρει ο Στ. Χόκινγκ στα βιβλία του *Χρονικό του Χρόνου* και *Μαύρες τρύπες, σύμπαντα-βρέφη και άλλα δοκίμια*, η αντίληψή μας για τη φύση του χρόνου άλλαξε. Δεν θεωρούμε πλέον ότι ο χρόνος είναι ανεξάρτητος από το Σύμπαν, αλλά ότι σχηματίζεται μ' αυτό. Συνεπώς, είναι πιθανό, καθώς κάποιος κινείται θεωρητικά προς τα πίσω στο χρόνο, να φτάσει σ' ένα ανυπέρβλητο όριο, μια χωροχρονική ανωμαλία, πέρα από την οποία δεν μπορεί να προχωρήσει. Αν όμως ισχύει αυτό, δεν έχει νόημα να αναρωτιόμαστε ποιος ή τι προκάλεσε ή δημιούργησε τη Μεγάλη Εκρηξη. Η αναφορά σε πρόκληση ή δημιουργία προϋποθέτει σιωπηρά την ύπαρξη χρόνου πριν από τη σημειακή ιδιομορφία της Μεγάλης Εκρηξης. Εδώ και είκοσι πέντε χρόνια γνωρίζουμε ότι η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας προβλέπει πως ο χρόνος άρχισε στην ανωμαλία που υπήρξε πριν από $15 \times 10^9$ έτη. Και ο Στ. Χόκινγκ κλείνει το αφιέρωμά του στο χρόνο με τις εξής σκέψεις: *«Αυτό που ελπίζω πως έδειξα είναι ότι κάποιο είδος σχετικιστικής προσέγγισης είναι ο μόνος τρόπος να κατανοήσει κανείς το Σύμπαν, τουλάχιστον αν είναι θεωρητικός φυσικός. Ελπίζω ότι στο μέλλον θα βρούμε ένα συνεπές μοντέλο που θα περιγράφει τα πάντα μέσα στο Σύμπαν. Η επιτυχία αυτού του στόχου θα είναι ένας πραγματικός θρίαμβος του ανθρώπινου γένους».*

Πραγματικά προς αυτή την κατεύθυνση στρέφονται σήμερα όλες οι προσπάθειες των μεγάλων σύγχρονων θεωρητικών αστροφυσικών.

**Η ταχύτητα του φωτός**

Μια βασική αρχή της Νευτώνειας Φυσικής ήταν ότι η κινητική ενέργεια, η οποία προσδίδεται σ' ένα σώμα –και οφείλεται στο έργο των εξωτερικών δυνάμεων– είναι ανάλογη του τετραγώνου της ταχύτητας. Αυτό σήμαινε ότι, πρακτικά, ένα σώμα μπορούσε να αναπτύξει οποιαδήποτε ταχύτητα.




Οσο και αν αυξήσουμε την κινητική ενέργεια μιας μάζας, η ταχύτητά της δεν θα ξεπεράσει ποτέ την ταχύτητα του φωτός

Το δόγμα αυτό αναιρέθηκε από τη Θεωρία της Σχετικότητας μέσω της οποίας αποδείχθηκε ότι όσο και αν αυξήσουμε την κινητική ενέργεια μιας μάζας, η ταχύτητά της δεν θα ξεπεράσει ποτέ την ταχύτητα του φωτός.

Την ορθότητα της προηγούμενης θεωρητικής άποψης ανέλαβε να αποδείξει πειραματικά ο **Γ. Μπερτότσι** (W. Bertozzi) με το πείραμα της μέγι-



9. Στιγμές περισυλλογής (Πρίνστον, 1938)

στης ταχύτητας, όπως ο ίδιος το ονόμασε.

Το πείραμα αυτό συνίσταται στην απ' ευθείας μέτρηση της ταχύτητας ηλεκτρονίων, στα οποία προσδίδεται γνωστή ποσότητα ενέργειας, μέσα σε ένα γραμμικό επιταχυντή.

Ως κινούμενη μάζα επιλέγεται το ηλεκτρόνιο, διότι, λόγω της πολύ μικρής μάζας του σε σχέση προς το φορτίο του, έχει την ικανότητα να επιταχύνεται σε πολύ υψηλές ταχύτητες, κατά πολύ υψηλότερες από την ταχύτητα οποιουδήποτε σωματιδίου.

Μετρώντας με τη βοήθεια ενός παλμογράφου το χρόνο που διανύουν τα ηλεκτρόνια μια γνωστή απόσταση, υπολογίζουμε την ταχύτητά τους.

Το πείραμα απέδειξε ότι οι μετρούμενες ταχύτητες διαφέρουν κατά πολύ των ταχυτήτων που υπολόγιζε η Νευτώνεια θεωρία, ενώ αντιθέτως συμφωνούν, με μικρή απόκλιση, με τις τιμές της ταχύτητας που προβλέπονται από τη Θεωρία της Σχετικότητας.

Ενα ερώτημα που γεννιέται κατά το πείραμα είναι αν τα ηλεκτρόνια «έφεραν» την ενέργεια που εμείς νομίζουμε ότι τους δώσαμε με τον επιταχυντή.

Πράγματι, με θερμιδομετρική μέτρηση στο σημείο πρόσπτωσης των ηλεκτρονίων βρέθηκε ότι τα ηλεκτρόνια αποδίδουν την ενέργεια την οποία τους δώσαμε και που περιγράφεται από τη σχέση: $E = q \cdot V$ (φορτίο επί την τάση επιτάχυνσης).

Ενα βασικό όμως συμπέρασμα που βγήκε από το πείραμα μέγιστης ταχύτητας είναι το εξής:

*Μόνο ένα μέρος της προσφερόμενης ενέργειας καταναλίσκεται για την αύξηση της ταχύτητας, ενώ το άλλο, που αποδεικνύεται ότι δεν χάθηκε, συσσωρεύεται στα υποατομικά σωματίδια της ύλης.*

*Αξιοπερίεργο είναι ότι, όταν η ταχύτητα είναι πολύ μικρή, ένα απειροελάχιστο μέρος της προσφερόμενης ενέργειας συσσωρεύεται στα υποατομικά σωματίδια, ενώ το σύνολο της προσφερόμενης ενέργειας καταναλίσκεται για την αύξηση της ταχύτητας.*

Τούτο εξηγεί το γιατί ο Νεύτωνας, έχοντας τη δυνατότητα να παρατηρεί μόνο πολύ μικρές ταχύτητες, δεν αντιλήφθηκε ότι η ταχύτητα μιας μάζας δεν μπορεί να αυξάνεται επ' άπειρον.

Αντίθετα με τα προηγούμενα, όταν η ταχύτητα είναι πολύ μεγάλη και προσεγγίζει την ταχύτητα του φωτός, *το σύνολο, σχεδόν, της προσφερόμενης ενέργειας συσσωρεύεται στα υποατομικά σωματίδια, ενώ ένα απειροελάχιστο μέρος της καταναλίσκεται για την αύξηση της ταχύτητας.*

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Δανέζης Μάνος και Θεοδοσίου Στράτος, *Το Σύμπαν που αγάπησα-Εισαγωγή στην Αστροφυσική*, εκδόσεις Δίαυλος, Αθήνα 1999.

Δανέζης Μάνος και Θεοδοσίου Στράτος, *Η Κοσμολογία της Νόησης-Εισαγωγή στην Κοσμολογία*, εκδόσεις Δίαυλος, Αθήνα 2003.



## Μαξ Καρλ Ερνστ Λούντβιχ Πλανκ

*(1858-1947)*

**Γερμανός φυσικός, γεννημένος στο Κίελο, πρωτοπόρος της κβαντικής θεωρίας. Σπούδασε στα πανεπιστήμια του Μονάχου και του Βερολίνου και έγινε διδάκτωρ το 1879 και στη συνέχεια καθηγητής στο Κίελο και στο Βερολίνο. Ο Πλανκ καθιέρωσε τη θεωρητική φυσική ως κορυφαίο επιστημονικό κλάδο. Αρχικά ασχολήθηκε με τη θερμοδυναμική και από το 1900 στράφηκε προς την εισαγωγή μιας νέας θεωρίας για την ενέργεια και ενός στοιχειακού κβάντα της ενέργειας, γνωστού ως σταθερά του Πλανκ. Οι έρευνές του θεμελίωσαν τη σύγχρονη φυσική και ήταν αυτές που του απέφεραν και το βραβείο Νόμπελ Φυσικής το 1918. Ο Αϊνστάιν έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην αναγνώριση των θεωριών του Πλανκ, αποδεικνύοντας την ισχύ της υπόθεσης των κβάντα, ενώ ο Πλανκ υποστήριξε και την Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας του Αϊνστάιν. Το 1928 αποχώρησε από την επιστημονική δράση, ενώ το έργο του στο Βερολίνο συνέχισε ο θεωρητικός φυσικός Σρέντινγκερ, καθιστώντας έτσι το Βερολίνο του Μεσοπολέμου κέντρο της θεωρητικής φυσικής. Ο Πλανκ υπήρξε ακέραιος και γενναίος σας χαρακτήρας. Πέθανε στο Γκέτινγκεν σε ηλικία 87 ετών.**



## Ερνστ Μαχ

*(1838-1916)*

**Αυστριακός φυσικός και φιλόσοφος, γεννημένος στο Χίρλιτς Τούρας της Μοραβίας. Σπούδασε στη Βιέννη, όπου το 1860 έγινε διδάκτωρ της φυσικής. Δίδαξε φυσική και μηχανική στη Βιέννη και αργότερα στο Γκρατς. Ασχολήθηκε ιδιαίτερα με τη φυσιολογία των αισθήσεων και τη φιλοσοφία. Το 1867 έγινε καθηγητής φυσικής στο πανεπιστήμιο της Πράγας, όπου ασχολήθηκε με την αίσθηση της κίνησης, ενώ ανέπτυξε και θεωρίες και μεθόδους για την ταχύτητα των κυμάτων. Διατύπωσε τις αρχές των υπερήχων και όρισε το λόγο της ταχύτητας ενός κινητού προς την ταχύτητα του ήχου. Σύμφωνα με τον Μαχ, η γνώση προέρχεται από τις αισθήσεις. Αρα ο φυσικός νόμος πρέπει να επαληθεύεται εμπειρικά. Υπήρξε προπομπός της Θεωρίας της Σχετικότητας του Αϊνστάιν, καθώς το έργο του ενέπνευσε το μεγάλο φυσικό, κυρίως μέσω της απόρριψης των απόλυτων εννοιών του χρόνου και του Διαστήματος. Η σκέψη του Μαχ επέδρασε και στην αναλυτική φιλοσοφική σχολή του Κύκλου της Βιέννης. Σημαντικότερα έργα του είναι: *Οι αρχές της θερμολογίας* (1896), *Η γνώση του λάθους* (1905). Πέθανε στο Χάαρ της Γερμανίας.**



## Μαξ Μπορν

*(1882-1970)*

**Γερμανός φυσικός, γεννημένος στο Μπρεσλάου. Εγινε καθηγητής της θεωρητικής φυσικής στο πανεπιστήμιο του Γκέτινγκεν το 1921. Ασχολήθηκε με τη θερμοδυναμική, διατυπώνοντας μια ακριβή μαθηματική έκφραση του πρώτου θερμοδυναμικού νόμου. Συνεργάστηκε το 1926 με το μαθητή του Βέρνερ Χάιζενμπεργκ για τη διατύπωση της μαθηματικής περιγραφής της κβαντικής θεωρίας, ενώ η συνεργασία τους αυτή συνεχίστηκε και στα επόμενα χρόνια. Ο Μπορν συνεργάστηκε επίσης με τον Αϊνστάιν και τον Οπενχάιμερ για τον προσδιορισμό της ηλεκτρονικής μορφής των μορίων. Με την άνοδο του ναζισμού στη Γερμανία αναγκάστηκε και αυτός να εγκαταλείψει την πατρίδα του το 1933 και να εγκατασταθεί στην Αγγλία. Εκεί δίδαξε στο πανεπιστήμιο του Κέμπριτζ, ενώ το 1936 έγινε καθηγητής στο πανεπιστήμιο του Εδιμβούργου. Το 1939 απέκτησε τη βρετανική υπηκοότητα, αλλά μετά το τέλος του πολέμου επέστρεψε στη Γερμανία. Το 1954 τιμήθηκε με το βραβείο Νόμπελ Φυσικής μαζί με το συμπατριώτη του Βάλτερ Μπότε. Ο Μπορν πέθανε στο Γκέτινγκεν σε ηλικία 88 ετών.**



# Ζίγκμουντ Φρόιντ

*(1856-1939)*

**Αυστριακός ιατρός, ιδρυτής της ψυχανάλυσης. Σπούδασε στην Ιατρική σχολή του πανεπιστημίου της Βιέννης, αργότερα νευρολογία στο Παρίσι, ενώ παρακολούθησε μαθήματα του Σαρκό στη Σαλπετριέρ και τη Νανσί. Επέστρεψε στη Βιέννη και χρησιμοποίησε μια νέα επαναστατική μέθοδο θεραπείας με βάση την αφήγηση και την ερμηνεία των ονείρων και την ανάλυση των προσωπικών ιδεών. Η μέθοδός του αρχικά αντιμετωπίστηκε με μεγάλη επιφύλαξη, αλλά σταδιακά η ψυχανάλυση άρχισε να κατακτά έδαφος και να καθιερώνεται. Ο Φρόιντ έγινε καθηγητής του πανεπιστημίου της Βιέννης το 1920. Η μεγαλύτερη συμβολή του στη μελέτη των ψυχικών καταστάσεων είναι η ανάλυση των μηχανισμών με τους οποίους λειτουργεί το ασυνείδητο και η χρήση για το σκοπό αυτό της έννοιας της ηδονής. Η σχέση του Φρόιντ με τον Αϊνστάιν υπήρξε ιδιαίτερα στενή και η αλληλογραφία τους αποκαλυπτική της σκέψης των δύο αυτών μεγάλων επιστημόνων του 20ού αιώνα. Σημαντικότερα έργα του είναι τα εξής: *Η ερμηνεία των ονείρων* (1900), *Τρία δοκίμια σχετικά με τη θεωρία της σεξουαλικότητας* (1905), *Πέρα από την αρχή της ηδονής* (1920), *Συλλογική ψυχολογία και ανάλυση του Εγώ* (1921), *Αναστολή, σύμπτωμα και άγχος* (1926), *Η δυστυχία του πολιτισμού* (1930).**



# Νιλς Χένρικ Ντέιβιντ Μπορ

*(1885-1962)*

**Δανός φυσικός, γεννημένος στην Κοπεγχάγη. Γόνος οικογένειας με μεγάλη επιστημονική παράδοση, σπούδασε στην Κοπεγχάγη και αργότερα στο Κέμπριτζ και στο Μάντσεστερ, έχοντας για καθηγητές τους διάσημους φυσικούς Τόμσον και Ράδερφορντ. Ο Μπορ υπήρξε ο μεγάλος αντίπαλος του Αϊνστάιν και επεξεργάστηκε την ατομική θεωρία, η οποία αποτελεί τη βάση όλων των σύγχρονων θεωριών που σχετίζονται με τη δομή του ατόμου και τις μεθοδολογικές αρχές της φυσικής. Το 1911 έγινε διδάκτωρ και το 1916 καθηγητής στο πανεπιστήμιο της Κοπεγχάγης. Το 1922 πήρε βραβείο Νόμπελ. Ίδρυσε τότε και το Ινστιτούτο Θεωρητικής Φυσικής, του οποίου υπήρξε διευθυντής και το οποίο έγινε ένα σημαντικό διεθνές ερευνητικό κέντρο με μεγάλη ακτινοβολία. Ο Μπορ διατύπωσε νέες θέσεις για την κβαντική θεωρία και το 1943, για να αποφύγει τις ναζιστικές διώξεις, έφυγε για τη Σουηδία. Στη συνέχεια αναχώρησε για τις ΗΠΑ, όπου εργάστηκε για την κατασκευή της ατομικής βόμβας. Ωστόσο αγωνίστηκε για τον περιορισμό των κινδύνων από τη χρήση της πυρηνικής ενέργειας. Πέθανε στην Κοπεγχάγη.**



# Πολ Ερενφεστ

*(1880-1933)*

**Αυστριακός φυσικός, γεννημένος στη Βιέννη. Ο Ερενφεστ ήταν ολλανδικής καταγωγής και υπήρξε προσωπικός και στενός φίλος του Αλμπερτ Αϊνστάιν. Εγινε καθηγητής στο πανεπιστήμιο του Λέιντεν και έκανε στη διάρκεια των ερευνών του ιδιαίτερα σημαντικές μελέτες για τη στατιστική και την κβαντική μηχανική. Οι μελέτες αυτές κατέληξαν στη διατύπωση μιας αρχής και ενός θεωρήματος που φέρουν το όνομά του, ως αρχή και θεώρημα του Ερενφεστ. Η σχέση του Αϊνστάιν με τον Πολ Ερενφεστ ήταν στενότατη και μάλιστα κατά τη διάρκεια του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου αλληλογραφούσαν τακτικά. Σε μια επιστολή του προς τον Ερενφεστ την εποχή εκείνη ο Αϊνστάιν έγραφε πως «ζούμε σήμερα σε μια επιδημική πλάνη, που αφού θα προξενήσει απεριόριστες ταλαιπωρίες, μια μέρα θα εξαφανιστεί και θα γίνει ένα τέρας και μια ακατανόητη πηγή απορίας για τις επόμενες γενιές». Ο Ερενφεστ δεν πρόλαβε να δει την επιδείνωση αυτής της απεριόριστης ταλαιπωρίας που προέβλεψε ο Αϊνστάιν, καθώς πέθανε το 1933 στο Λέιντεν, λίγο πριν από την εμφάνιση των τραγικών συνεπειών του ναζισμού.**

ΠΗΓΕΣ: Εγκυκλοπαίδεια Πάπυρος-Λαρούς-Μπριτάνικα 2000, Ηλεκτρονική Εγκυκλοπαίδεια Τομή 2004



1



# Ο ΑΪΝΣΤΑΪΝ ΚΑΙ Η

Του ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΝΙΚΟΛΗ
επίκουρου καθηγητή του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων (Τμήμα Φυσικής)

Ο **Αϊνστάιν** δεν έλαβε μέρος άμεσα στην ανακάλυψη της ατομικής βόμβας. Ομως συνετέλεσε, κατά κάποιον τρόπο, στην επίσπευση της κατασκευής της. Το 1905, ως μέρος της Ειδικής Θεωρίας της Σχετικότητας, διατύπωσε τη διάσημη εξίσωση, $E=mc^2$, υποδεικνύοντας ότι ύλη και ενέργεια είναι ισοδύναμες ποσότητες που μπορούν να μεταιραπούν η μία στην άλλη. Από ένα μικρό κομμάτι ύλης μπορεί να προκύψει ένα τεράστιο ποσόν ενέργειας. Η ατομική βόμβα (ορθότερα, πυρηνική βόμβα) που ήρθε αργότερα, επαλήθευσε αυτό το γεγονός.

Ο Αϊνστάιν δεν είχε στο μυαλό του την ατομική βόμβα όταν διατύπωσε τη διάσημη εξίσωσή του. Απεναντίας, θεωρούσε τον εαυτό του ειρηνιστή. Το


2

# ΑΤΟΜΙΚΗ ΒΟΜΒΑ

1929 ανακοίνωσε δημόσια ότι σε περίπτωση πολέμου θα αρνούνταν οποιαδήποτε άμεση ή έμμεση θητεία ανεξάρτητα από τη δικαιολόγηση του πολέμου. Η στάση του όμως άρχισε να αλλάζει το 1933, με την άνοδο του **Αδόλφου Χίτλερ** στην εξουσία της Γερμανίας.

Μετά την ανακάλυψη του ατομικού πυρήνα, το 1913, ξεκίνησαν μελέτες των ιδιοτήτων του πυρήνα σε διεθνές επιστημονικό επίπεδο. Κεντρική θέση κατείχε το φαινόμενο της ραδιενέργειας και ειδικότερα το φαινόμενο της πυρηνικής σχάσης. Σύντομα έγινε αντιληπτό ότι κατά το βομβαρδισμό του ουρανίου με νετρόνια επακολουθεί σχάση και εκλύεται μεγάλο ποσόν ενέργειας. Πολλοί ερευνητές σε Ευρώπη και Αμερική είχαν αρχίσει να καταλαβαίνουν ότι αντιδράσεις νετρονίων με ουράνιο θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως νέος τρόπος παραγωγής ενέργειας. Μερικοί επιστήμονες είχαν θορυβηθεί προβλέποντας τη χρήση «αλυσιδωτών αντιδράσεων» ουρανίου για την κατασκευή πανίσχυρων βομβών. Στην Αμερική, ο Ούγγρος φυσικός **Λέο Στζίλαρντ** (Leo Szilard) μαζί με τον Ιτα-

**1. Φωτογραφία του Άλμπερτ Αϊνστάιν του 1905.**
**2. Βερολίνο, Ιούλιος 1923, σε μια συνάντηση ειρηνιστών**


3

**3. Ο εβραϊκής καταγωγής, Δανός φυσικός Νιλς Χένρικ Ντέιβιντ Μπορ.**
**4. Ο Ιταλός φυσικός Ενρίκο Φέρμι, που πρώτος ανακάλυψε την τεράστια ενέργεια που εκλυόταν από την πυρηνική σχάση του ουρανίου**

λό φυσικό **Ενρίκο Φέρμι** (Enrico Fermi) είχαν προχωρήσει σημαντικά στη μελέτη του φαινομένου και γνώριζαν τις συνέπειες. Ο Στζίλαρντ ανησυχούσε ότι κάποια στιγμή στο άμεσο μέλλον η Γερμανία θα κατασκεύαζε πρώτη την ατομική βόμβα. Ανακοινώσεις για το φαινόμενο της πυρηνικής σχάσης είχαν αρχίσει από το 1935, δεδομένης της ακαδημαϊκής ελευθερίας, τόσο από Γερμανούς όσο και από Αμερικανούς επιστήμονες.

Οι φόβοι του Στζίλαρντ και άλλων επιστημόνων στην Αμερική ενισχύθηκαν όταν η Γερμανία απαγόρευσε την εξαγωγή ουρανίου από την Τσεχοσλοβακία, στην οποία είχε ήδη εισβάλει. Ο Στζίλαρντ δεν είχε άμεση πρόσβαση στην κυβέρνηση των Ηνωμένων Πολιτειών. Για το λόγο αυτό απευθύνθηκε στον Αϊνστάιν, ο οποίος, λόγω της φήμης του, μπορούσε να εισακουσθεί. Σύμφωνα με τον Στζίλαρντ, ο Αϊνστάιν δεν είχε σκεφθεί το μηχανισμό της αλυσιδωτής αντίδρασης, δεν άργησε όμως να τον καταλάβει. Σε συνάντηση με τον Αϊνστάιν, συνέταξαν επιστολή προς τον πρόεδρο των Ηνωμένων Πολιτειών **Φράνκλιν Ρούζβελτ** (Franklin Roose-velt), την οποία υπέγραψε ο Αϊνστάιν. Η επιστολή επισημαίνει τη σπουδαιότητα της επιστημονικής ανακάλυψης και τις συνέπειές της. Εκφράζει, επίσης, το φόβο απόκτησης πυρηνικών όπλων από τη Γερμανία και ζητεί κρατική παρέμβαση.

Μερικά αποσπάσματα αυτής της επιστολής: «Πρόσφατες (επιστημονικές) εργασίες των Ε. Φέρμι και Λ. Στζίλαρντ, οι οποίες μου ανακοινώθηκαν με


4

**Πίστευε ότι η Αμερική θα χειριζόταν την ανακάλυψη με περίσκεψη και θα δίσταζε να χρησιμοποιήσει τη βόμβα**

χειρόγραφο, με αναγκάζουν να πιστεύω ότι το στοιχείο ουράνιο μπορεί να αποτελέσει μία νέα και σημαντική πηγή ενέργειας στο άμεσο μέλλον. Ορισμένες απόψεις αυτού του θέματος φαίνεται να χρειάζονται προσοχή και εάν είναι απαραίτητο άμεση επέμβαση εκ μέρους της κυβέρνησης. (...) Αυτό το καινούργιο φαινόμενο μπορεί, επίσης, να οδηγήσει στην κατασκευή βομβών και είναι αντιληπτό ότι εξαιρετικά ισχυρές βόμβες νέου τύπου μπορούν να κατασκευαστούν. (...) Καταλαβαίνω ότι η Γερμανία έχει σταματήσει την πώληση ουρανίου από τα ορυχεία της Τσεχοσλοβακίας, αφ' ότου την κατέλαβε. Μία τέτοια πρώιμη ενέργεια θα μπορούσε ίσως να εξηγηθεί με το γεγονός ότι ο γιος του υφυπουργού Εξωτερικών της Γερμανίας, **φον Βαϊτσζέκερ** (von Weizsäcker), βρίσκεται στο Ινστιτούτο Κάιζερ Βίλχελμ (Keiser Wilhelm) στο Βερολίνο, όπου ένα μέρος της αμερικανικής εργασίας για το ουράνιο επαναλαμβάνεται αυτό τον καιρό».

Η επιστολή παρεδόθη στον Ρούζβελτ τον Οκτώβριο του 1939 (ένα μήνα μετά την εισβολή της Γερμανίας στην Πολωνία) από τον **Αλεξάντερ Ζαξ** (Alexander Sachs), φίλο του προέδρου. Η απάντηση του Ρούζβελτ ήταν: «Αναγνωρίζω τη σπουδαιότητα αυτών των δεδομένων και έχω συγκαλέσει μία επιτροπή για να ερευνήσει το θέμα».

Η συμβουλευτική επιτροπή φάνηκε να καθυστερεί. Επακολούθησε νέα επιστολή προετοιμασμένη από τους Αϊνστάιν, Στζίλαρντ και Ζαξ, ενημερώνοντας τον Ρούζβελτ για την πρόοδο της Γερμανίας



5. Ο Αλμπερτ Αϊνστάιν με τον Ούγγρο φυσικό Λέο Στζίλαρντ, μ τον οποίο συνέταξε την επιστολή προς τι Αμερικανό πρόεδρο Ρούζβελτ για την ανάγκη κατασκευής της ατομικής βόμβας

στην έρευνα του ουρανίου. Τον Απρίλιο του 1940 μία επιστολή του Αϊνστάιν, υπαγορευμένη από τον Στζίλαρντ, εστάλη στον πρόεδρο της επιτροπής ζητώντας επίσπευση των εργασιών.

Η έρευνα προχωρούσε αργά. Η ατομική βόμβα φαινόταν σαν κάτι το απομακρυσμένο και όχι σαν όπλο που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στο άμεσο μέλλον. Η εικόνα άλλαξε τον Οκτώβριο του 1941 έπειτα από μία βρετανική αναφορά που κοινοποιήθηκε στον Ρούζβελτ, σύμφωνα με την οποία η ατομική βόμβα μπορούσε να κατασκευαστεί και να είναι έτοιμη περί το τέλος του 1943.

**Η ουσιαστική εργασία του Αϊνστάιν για την ατομική βόμβα ήταν περιορισμένη και ολοκληρώθηκε σε διάστημα δύο ημερών**

Ο Αϊνστάιν πίστευε ότι η Αμερική θα χειριζόταν την ανακάλυψη με περίσκεψη και ότι θα δίσταζε να χρησιμοποιήσει τη βόμβα. Δεν είχε αντιληφθεί ότι τη σχετική έρευνα θα διαχειρίζονταν πλέον οι στρατιωτικοί. Τον Απρίλιο του 1945, ο Λέο Στζίλαρντ τον συνάντησε πάλι, αντιλαμβανόμενος το ξεκίνημα ενός αγώνα δρόμου για πυρηνικό εξοπλισμό. Ο Αϊνστάιν έγραψε ξανά στον Ρούζβελτ, συστήνοντας τον Στζίλαρντ ως εκπρόσωπο της επιστημονικής κοινότητας, του οποίου οι απόψεις θα βοηθούσαν στη διαμόρφωση πολιτικής σχετικά με την ατομική βόμβα. Αναφέρει ότι ο Στζίλαρντ ήταν εκείνος που έφερε πρώτος στο φως τη δυνατότητα των πυρηνικών όπλων και τον οδήγησε στο περιεχόμενο της πρώτης επιστολής. Η τέταρτη αυτή επιστολή δεν πρόλαβε τον Ρούζβελτ πριν από το θάνατό του, στις 12 Απριλίου του 1945.

Ο βιογράφος του Αϊνστάιν, **Ρόναλντ Κλαρκ** (Ronald Clark), σημειώνει ότι η ατομική βόμβα θα είχε δημιουργηθεί και χωρίς την προτροπή που έγινε με τις επιστολές του Αϊνστάιν. Ομως, η προκαταρκτική εργασία που επακολούθησε τις επιστολές είχε αποτέλεσμα την επίσπευση και ολοκλήρωση του προγράμματος, με αποτέλεσμα την ετοι-



**6. Με τον Ούγγρο, εβραϊκής καταγωγής επίσης, Ρόμπερτ Οπενχάιμερ (πατέρα της υδρογονοβόμβας) σε μια φωτογραφία του 1947**

μότητα για χρήση στον πόλεμο με την Ιαπωνία.

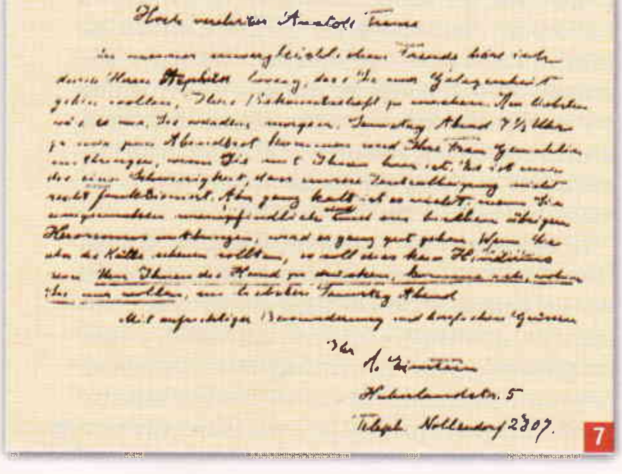
Η ουσιαστική εργασία του Αϊνστάιν για την ατομική βόμβα ήταν περιορισμένη και ολοκληρώθηκε σε διάστημα δύο ημερών το Δεκέμβριο του 1941. Ο επιστημονικός συντονιστής του προγράμματος για την κατασκευή της ατομικής βόμβας εκείνη την περίοδο τού είχε ζητήσει τη συμβουλή σε θεωρητικό πρόβλημα που υπεισέρχεται στο διαχωρισμό σχάσιμου υλικού μέσω του φαινομένου της διάχυσης. Κατόπιν, όμως, οι υπεύθυνοι του προγράμματος τον απέκλεισαν από άλλες δραστηριότητες, φοβούμενοι για την εχεμύθεια που θα κρατούσε.

Οι ατομικές βόμβες έπεσαν στην Ιαπωνία τον Αύγουστο του 1945, με τα γνωστά αποτελέσματα.

## Προσπάθησε να δημιουργήσει συνδέσμους με τη Σοβιετική Ενωση και να παρεμποδίσει την κλιμάκωση του Ψυχρού Πολέμου

Ενα χρόνο αργότερα, οι «New York Times» έγραψαν σε πρωτοσέλιδο ότι: «Ο καθηγητής Αλμπερτ Αϊνστάιν (...) ήταν σίγουρος ότι ο πρόεδρος Ρούζβελτ θα είχε αποτρέψει το βομβαρδισμό της Χιροσίμας εάν ζούσε και ότι αυτό έγινε για να τελειώσει ο πόλεμος στον Ειρηνικό, προτού συμμετάσχει η Ρωσία». Αργότερα, ο Αϊνστάιν έγραψε: «Πάντα καταδίκαζα τη χρήση της ατομικής βόμβας κατά της Ιαπωνίας».

Από το 1945 μέχρι το θάνατό του, ο Αϊνστάιν κατέβαλε κάθε προσπάθεια υπέρ της ειρήνης, παρά την ασθενική υγεία του. Με τη δημιουργία των πυρηνικών όπλων, προσπάθησε να σκεφθεί τα μελλοντικά προβλήματα που θα μπορούσαν να προκύψουν. Το Δεκέμβριο του 1944 δεν έκρυψε τους



7

φόβους του από το νομπελίστα φυσικό **Νιλς Μπορ** (Niels Bohr) στον οποίο έγραψε: «Οταν τελειώσει ο πόλεμος, θα γίνει προσπάθεια από όλες τις χώρες για μυστικές προετοιμασίες πολέμου με τεχνολογικά μέσα, οι οποίες θα προκαλέσουν αναπόφευκτα προληπτικούς πολέμους και καταστροφή πολύ μεγαλύτερη από εκείνη του σημερινού πολέμου».

Σαν λύση, προώθησε την ιδέα ενός παγκόσμιου κράτους που να διέπεται από διεθνείς νόμους. «Οσο συνεχίζουν τα κυρίαρχα κράτη τους εξοπλισμούς (φανερούς ή κρυφούς), νέοι παγκόσμιοι πόλεμοι είναι αναπόφευκτοι». Εξέφρασε την αντίθεσή του στην ανάπτυξη των πυρηνικών όπλων και την πρόθεση των στρατιωτικών των Ηνωμένων Πολιτειών να αναπτύξουν την περισσότερο ισχυρή βόμβα υδρογόνου. Διετέλεσε πρόεδρος της επιτροπής Emergency Committee of Atomic Scientists (ECAS), που ιδρύθηκε το 1946 με σκοπό την ενημέρωση του κοινού για τους κινδύνους των ατομικών όπλων, την ειρηνική χρήση της πυρηνικής ενέργειας και την άρνηση στον πόλεμο ως μοναδικής απάντησης για τα όπλα μαζικής καταστροφής.

Προσπάθησε να δημιουργήσει συνδέσμους με τη Σοβιετική Ενωση και να παρεμποδίσει την κλιμάκωση του Ψυχρού Πολέμου. Μίλησε εναντίον της δίωξης υπόπτων για κομμουνιστική δράση στην Αμερική. Κατέβαλε προσπάθεια για την παροχή βοήθειας στα θύματα της χιτλερικής βαρβαρότητας. Υποστήριξε τον αγώνα για τα κοινωνικά δικαιώματα των μαύρων στην Αμερική. Ως αποτέλεσμα, βρέθηκε στο στόχαστρο του αμερικανικού Τύπου. Το γεγονός αυτό τον έφερε σε αντίθεση με μεγάλο



6

πλήθος συναδέλφων, φίλων και θαυμαστών σε όλο τον κόσμο. Εκανε ραδιοφωνικές εκπομπές και συμμετείχε τηλεφωνικά από το σπίτι του στο Πρίνστον σε πολλές συζητήσεις για την ειρήνη. Για τον ίδιο σκοπό, έδωσε συνεντεύξεις και έγραψε πολυάριθμα άρθρα.

Το 1949, η Σοβιετική Ενωση έκανε την πρώτη επιτυχή δοκιμή ατομικής βόμβας. Τον Ιανουάριο του 1950, ο πρόεδρος **Τρούμαν** (Truman) ανακοίνωσε το ξεκίνημα της προσπάθειας για την κατασκευή της βόμβας υδρογόνου. Ο Αϊνστάιν σχολίασε τις συνέπειες σε μια τηλεοπτική εκπομπή: «Η πεποίθηση ότι είναι δυνατόν να πετύχουμε ασφάλεια μέσω εξοπλισμών σε εθνική κλίμακα αποτελεί μία καταστροφική ψευδαίσθηση. Ο αγώνας εξοπλισμού μεταξύ των Ηνωμένων Πολιτειών και της Σοβιετικής Ενωσης έχει πάρει διαστάσεις υστερίας. Από τις δύο πλευρές, όπλα μαζικής καταστροφής τελειοποιούνται με πυρετώδεις ρυθμούς πίσω από τοίχους μυστικότητας. Ραδιενεργός μόλυνση της ατμόσφαιρας είναι τώρα δυνατή».

Η βόμβα υδρογόνου δοκιμάστηκε στα νησιά Μάρσαλ το 1952. Τον ίδιο χρόνο, η Μεγάλη Βρετανία έκανε την πρώτη δοκιμή ατομικής βόμβας. Επακολούθησαν σχετικές δηλώσεις και άρθρα σε εφημερίδες.

Το 1955 ο **Μπέρτραντ Ράσελ** (Bertrand Russell) συνέθεσε μία δημόσια διακήρυξη για τους κινδύνους του πυρηνικού πολέμου, προτείνοντας την κατάργηση των πυρηνικών όπλων. «Πρέπει να μάθουμε να σκεπτόμαστε με νέο τρόπο. (...) Πρέπει να ρωτήσουμε τον εαυτό μας τι βήματα πρέπει να πάρουμε ώστε να εμποδίσουμε τους στρατιωτικούς ανταγωνισμούς που είναι καταστροφικοί για όλους». Η διακήρυξη υπεγράφη και από τον Αϊνστάιν.

Πέντε μήνες πριν από το θάνατό του, ο Αϊνστάιν συνόψισε το ρόλο του στη δημιουργία της ατομικής βόμβας: «Εκανα ένα μεγάλο σφάλμα στη ζωή μου (...) όταν υπέγραψα την επιστολή στον πρόεδρο Ρούζβελτ υποδεικνύοντας ότι είναι δυνατή η κατασκευή των ατομικών βομβών. Υπήρχε όμως δικαιολόγηση: ο κίνδυνος ότι οι Γερμανοί θα τις κατασκεύαζαν πρώτοι». Ο Αϊνστάιν πέθανε στον ύπνο

**Λίγο πριν πεθάνει παραδέχθηκε ότι έκανε λάθος να υποδείξει στον Ρούζβελτ ότι είναι εφικτή η κατασκευή της βόμβας**

του στο νοσοκομείο του Πρίνστον, στις 8 Απριλίου του 1955.

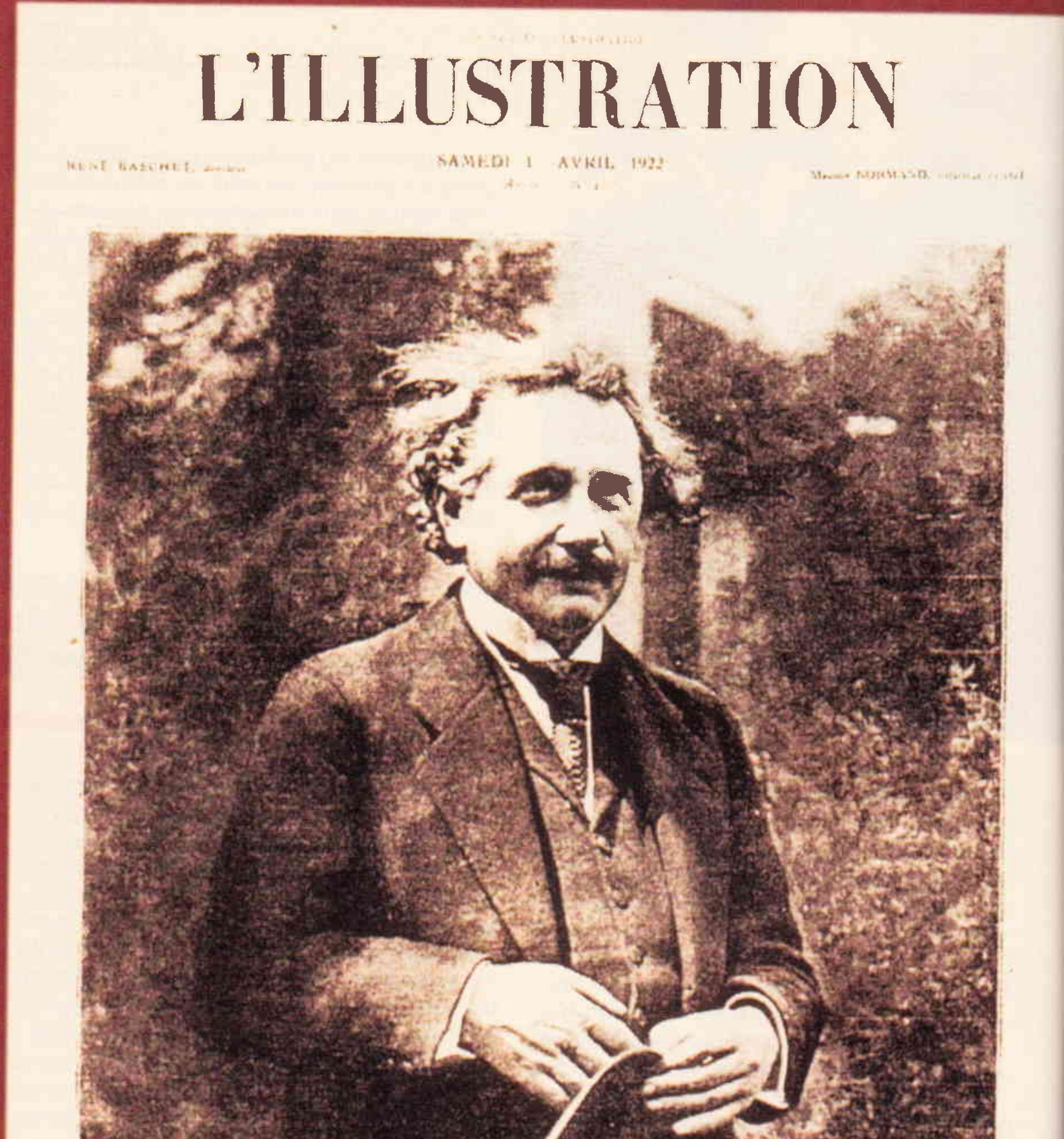
Η έκρηξη της βόμβας υδρογόνου δημιούργησε ένα νέο χημικό στοιχείο (με ατομικό αριθμό 99) στο οποίο δόθηκε το όνομα αϊνσταΐνιο (Einsteinium). Ισως είναι ειρωνική η σύνδεση του ονόματος αυτού του στοιχείου-παραγώγου της βόμβας υδρογόνου με τον επιστήμονα που ξόδεψε τα τελευταία χρόνια της ζωής του προσπαθώντας να αποτρέψει τη διάδοση των πυρηνικών όπλων μαζικής καταστροφής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ
Ronald W. Clark, *Einstein: The Life and Times*, Avon Books, New York, 1970.
Richard Rhodes, *The Making of the Atomic Bomb*, Simon και Schuster Inc., 1986.



8

**7. Επιστολή του Αϊνστάιν προς το Γάλλο συγγραφέα Ανατόλ Φρανς.**
**8. Εικόνα της κατεστραμμένης από την ατομική βόμβα Χιροσίμας**



# L'ILLUSTRATION

SAMEDI 1 AVRIL 1922

LE GRAND PHYSICIEN EINSTEIN A PARIS

1

# Η ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ

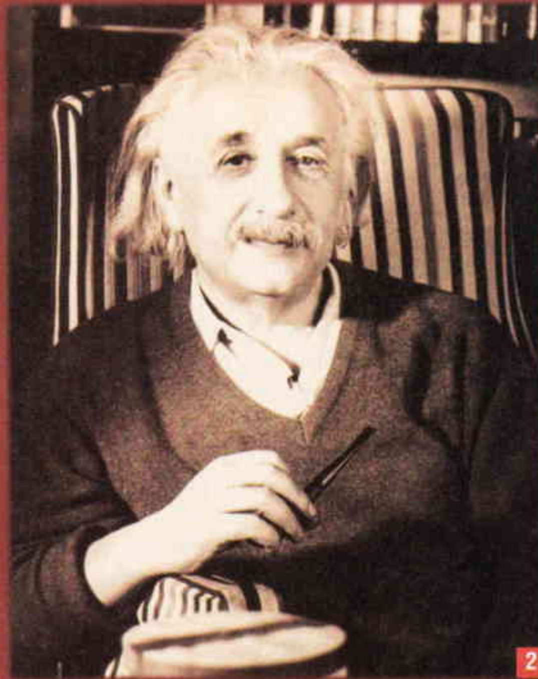
Του ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ Ε. ΒΑΓΙΟΝΑΚΗ
καθηγητή Θεωρητικής Φυσικής
Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Είναι δύσκολο, όσο και αν ψάξει κανείς, να βρει στο χώρο των επιστημών έναν άνθρωπο που να συγκεντρώνει πάνω του, τόσο σε επιστημονικό όσο και σε ανθρώπινο επίπεδο, όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά που κατέστησαν τον **Αλμπερτ Αϊνστάιν** (1879-1955) μια πραγματικά μοναδική περίπτωση. Υπήρξε, χωρίς αμφιβολία, μια μεγαλοφυΐα που έφερε μιαν επαναστατική αλλαγή στον τρόπο που βλέπουμε τη φύση, την ίδια στιγμή που ανέπτυξε μια βαθιά αίσθηση ευθύνης απέναντι στους συνανθρώπους του και την τύχη τους.

Στην επιστήμη, η φυσική του διαίσθηση, εκεί κυρίως όπου πέτυχε, προκαλεί ακόμη κατάπληξη. Και όταν συνελάμβανε μια φυσική ιδέα, δούλευε σκληρά για να την ολοκληρώσει, μαθαίνοντας στην πορεία ό,τι του χρειαζόταν από τα μαθηματικά για το σκοπό αυτό.

Ομως, ο Αϊνστάιν ήταν ένας πολύπλοκος χαρακτήρας με τις αντιφάσεις του. Είχε ισχυρές πεποιθήσεις σε ό,τι αφορούσε ένα φυσικό φιλοσοφικό προβληματισμό, που μπορούσαν πάντως να διαφοροποιηθούν. Αυτές τον οδήγησαν στο μέγιστο επίτευγμά του, τη Θεωρία της Σχετικότητας. Αλλες φορές, όμως, δεν τον απέτρεψαν, αυτόν το ριζοσπάστη, από το ν' αγνοήσει συνέπειες ή και να χάσει προβλέψεις ακόμη και της ίδιας της θεωρίας του. Και το πιο σημαντικό, δεν τον άφησαν να συντονίσει τα βήματά του στην αμέσως επόμενη επανάσταση που ήταν η κβαντική θεωρία, στις απαρχές της οποίας παρ' όλ' αυτά συμμετέσχε. Αλλά ήταν ήδη πια μεγάλος.[1]

Φέτος, οι φυσικοί γιορτάζουν τα 100 χρόνια από τότε που ξεκίνησε αυτό που σήμερα ονομάζουμε συμμετρία Λόρεντς. Ας το εξηγήσουμε. Πράγματι, ήταν το 1904 όταν ο Ολλανδός φυσικός **Χέντρικ Λόρεντς** (Hendrik Lorentz) (1853-1928) έγραψε τους μετασχηματισμούς που περιγράφουν τον τρόπο με τον οποίον οι χωρικές και χρονικές συντεταγμένες των γεγονότων αλληλοεπηρεάζονται λόγω της κίνησης των παρατηρητών με ταχύτητες που ▶



1. «Ο μεγάλος φυσικός Αϊνστάιν στο Παρίσι». Εφημερίδα L' Illustration (Απρίλιος 1922).
2. Ο Αϊνστάιν λίγες μέρες πριν τα εβδομηκοστά γενέθλιά του.
3. Ο Ολλανδός φυσικός Χέντρικ Λόρεντς

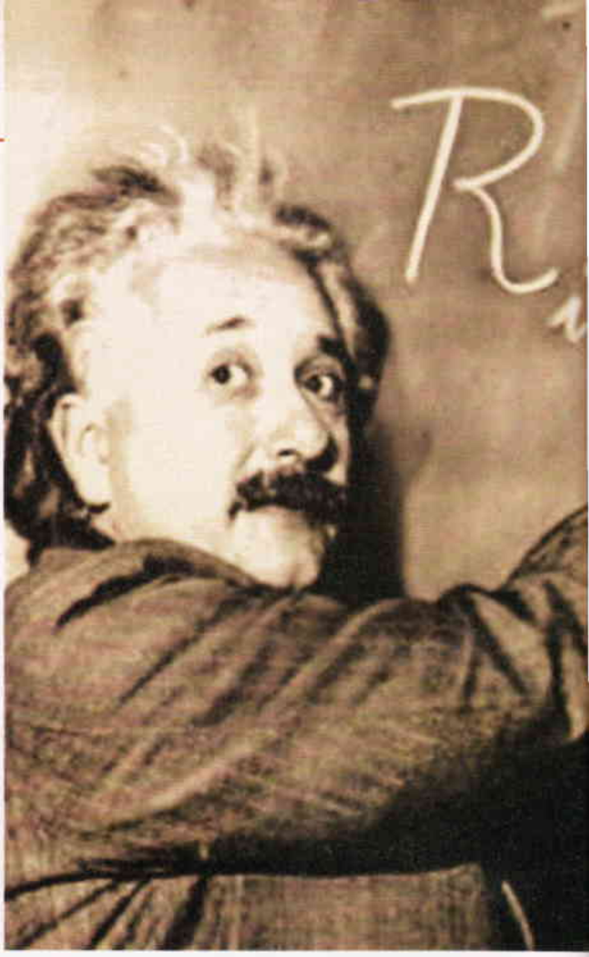


# ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ ΤΟΥ



4. Ο μεγάλος Γερμανός μαθηματικός Καρλ Φρίντριχ Γκάους

αποτελούν ικανό κλάσμα της ταχύτητας του φωτός. Οι μετασχηματισμοί Λόρεντς ονομάστηκαν έτσι από το Γάλλο μαθηματικό, φυσικό και φιλόσοφο **Ανρί Πουανκαρέ** (Henri Poincaré) (1854-1912). Οι δυο τους υπήρξαν οι κύριοι προπομποί της Ειδικής Σχετικότητας, οι ρίζες της οποίας ξεκινούν από τη δεκαετία του 1890 μετά το αρνητικό αποτέλεσμα του πειράματος **Μίκελσον-Μόρλεϊ** (Michelson-Morley) (1887), που έδειξε ότι δεν υπάρχει κίνηση διά μέσου του αιθέρα και η ταχύτητα του φωτός δεν εξαρτάται από την κίνηση του παρατηρητή. Ομως και οι δύο απέτυχαν να ανακαλύψουν την Ειδική Σχετικότητα. Ο Λόρεντς ήταν βαθιά προσκολλημένος σε θεωρήσεις δυναμικής. Ο Πουανκαρέ ανέπτυξε παραπέρα τις ιδέες του Λόρεντς και έφτασε πιο κοντά.[2] Αλλά κανένας δεν έκανε το κρίσιμο νέο βήμα να δει ότι οι μετασχηματισμοί Λόρεντς και οι συνέπειές τους μπορεί να παραχθούν με απλά κινηματικά επιχειρήματα μιας νέας κινηματικής απαλλαγμένης από περιττές έννοιες (αιθέρας, απόλυτος χώρος, απόλυτος χρόνος) και βασισμένης σε μια νέα θεμελιώδη φυσική αρχή συμμετρίας. Η διαφορά ήταν τεράστια.



Το 1904 ο Αϊνστάιν ήταν 25 χρόνων και βασικά

**Υπήρξε, χωρίς αμφιβολία, μια μεγαλοφυΐα που έφερε μιαν επαναστατική αλλαγή στον τρόπο που βλέπουμε τη φύση**

αυτοδίδακτος. Ηρθε φρέσκος στο πεδίο και αυτό τού επέτρεψε να δει τα πράγματα με μια νέα ματιά. Στην πραγματικότητα, κανένας πριν και κανένας μετά δεν άνοιξε περισσότερο, και σε τόσο σύντομο διάστημα, τους ορίζοντες της φυσικής όσο έκανε αυτός την επόμενη χρονιά, το 1905.

Αυτό που έκανε πρωτίστως ο Αϊνστάιν το 1905 ήταν να εισαγάγει μιαν αρχή συμμετρίας σαν ένα θεμελιώδη νόμο της φυσικής. Εγκαινίασε, έτσι, μιαν ολόκληρη εποχή και έδωσε τον τόνο για την ενσωμάτωση στην επιστημονική γνώση αρχών συμμετρίας, δηλαδή για το αναλλοίωτο των νόμων της φυσικής όταν αλλάζουμε τον τρόπο θεώρησης κατά κάποια έννοια κάθε φορά.

Πράγματι, στην εργασία του τον Ιούνιο του 1905 ο Αϊνστάιν εισήγαγε την αρχή της Ειδικής Σχετικότητας, δηλαδή δέχθηκε ότι οι νόμοι της φυσικής –συμπεριλαμβανομένης της ταχύτητας του φωτός στο κενό– είναι ίδιοι για όλους τους αδρανειακούς παρατηρητές (αδρανειακός παρατηρητής είναι αυτός που βρίσκεται σε ηρεμία σ' ένα σύστημα αναφοράς που δεν επιταχύνεται). Οδηγήθηκε, έτσι, ανεξάρτητα στους μετασχηματισμούς Λόρεντς και αναγόρευσε το αναλλοίωτο του χωροχρόνου κάτω από αυτούς, δηλαδή τη συμμετρία Λόρεντς, σε θεμελιώδη νόμο της φυσικής.[3] Η δεύτερη, σύντομη εργασία του πάνω στην Ειδική Σχετικότητα ήταν το Σεπτέμβριο του 1905 και αυτή περιείχε τη σχέση $E=mc^2$ για την ισοδυναμία μάζας και ενέργειας, ασφαλώς την πιο φημισμένη από τότε εξίσωση της φυσικής. Ομως, το 1905 δεν ήταν μόνο η χρονιά της ειδικής σχετικότητας για τον Αϊνστάιν. Εκτός από τις δύο εργασίες πάνω σ' αυτήν, υπέβαλε τη διδακτορική του διατριβή πάνω σ' ένα νέο προσδιορισμό των μοριακών διαστάσεων (Απρίλιος 1905) και δύο εργασίες πάνω στην κίνηση Μπράουν (Brown) (Μάιος και Δεκέμβριος 1905), που κατέδειχναν την πραγματικότητα των μορίων. Προγενέστερη απ' όλες τις παραπάνω εργασίες, πάντως, ήταν εκείνη πάνω στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο και την έννοια του κβάντου φωτεινής ενέργειας (Μάρτιος 1905). Είναι αυτή η εργασία που θα αποτελέσει την αφορμή να του δοθεί το βραβείο Νόμπελ το 1921.

Αυτοί είναι και οι άξονες που θα καθορίσουν την επιστημονική του πορεία στη συνέχεια. Η Ειδική Σχετικότητα θα τον οδηγήσει δέκα χρόνια αργότερα (1915) στο μέγιστο επίτευγμά του, τη Γενική Σχετικότητα. Η μοριακή βάση της στατιστικής μηχανικής θα τον κρατήσει σε συστηματική ενασχόληση με τη στατιστική φυσική, μέχρι την τελευταία μεγάλη συνεισφορά του το 1925 πάνω στην κβαντική στατιστική των μορίων. Τα κβάντα φωτός θα τον απασχολήσουν μέχρι την ίδια χρονιά

5. Με τον Τσάρλι Τσάπλιν κατά την επίσκεψή του στις ΗΠΑ το 1921





και θα τον οδηγήσουν μέχρι το κατώφλι της κυματικής μηχανικής. Αλλά το 1925 θα ξεκινήσει η επανάσταση της κβαντικής μηχανικής, που έμελλε να στοιχειώσει την υπόλοιπη ζωή του. Είναι η χρονιά που θα σημάνει και το τέλος της περιόδου των μεγάλων συνεισφορών του στη φυσική, που διήρκεσε έτσι μια ολόκληρη εικοσαετία.

Πράγματι, ήταν το 1907 όταν είχε την ιδέα την οποία ο ίδιος χαρακτήρισε σαν την «ευτυχέστερη σκέψη» της ζωής του. Διηγείται σ' ένα λόγο που εκφώνησε το 1922 στο Κιότο της Ιαπωνίας με τίτλο «Πώς δημιούργησα τη Θεωρία της Σχετικότητας»:

«Καθόμουν στην καρέκλα μου στο γραφείο ευρεσιτεχνίας, όταν εντελώς ξαφνικά μου ήρθε μια σκέψη: "Αν κάποιος πέφτει ελεύθερα, δεν θα αισθανθεί το δικό του βάρος". Εμεινα έκπληκτος. Αυτή η απλή σκέψη μού έκανε βαθιά εντύπωση. Με έσπρωξε σε μια θεωρία της βαρύτητας».

Οδηγήθηκε, έτσι, σε μιαν επέκταση της αρχής της Ειδικής Σχετικότητας. Η νέα θεμελιώδης αρχή ήταν η αρχή της ισοδυναμίας ανάμεσα σε αδράνεια και βαρύτητα, δηλαδή ανάμεσα στις αδρανειακές δυνάμεις που παρουσιάζονται ως αποτέλεσμα επιτάχυνσης και στις δυνάμεις βαρύτητας. Ενσωματώνοντάς την σε αυτό που ονομάζουμε αρχή της Γενικής Σχετικότητας, ότι δηλαδή οι νόμοι της φύσης εμφανίζονται οι ίδιοι σε όλους τους παρατηρητές ανεξάρτητα από την κατάσταση της κίνησής τους (με άλλα λόγια, σε όλα τα συστήματα αναφοράς), μπόρεσε έπειτα από μια μακρά και επίπονη προσπάθεια οχτώ χρόνων να περιγράψει τη βαρύτητα γεωμετρικά ως αποτέλεσμα της καμπύλωσης του χωροχρόνου που προέρχεται από την παρουσία ενέργειας και ορμής. Ηταν μια πρώτη ενοποίηση του χώρου και του χρόνου (γεωμετρία) με την ύλη και τη δύναμη (φυσική). Τα απαραίτητα μαθηματικά εργαλεία ήταν έργο των δύο μεγάλων μαθηματικών του 19ου αιώνα, του **Καρλ Φρίντριχ Γκάους** (Carl Friedrich Gauss) (1777-1855), που το 1827 εισήγαγε την έννοια της καμπύλης γεωμετρίας σε δύο διαστάσεις, και, κυρίως, του **Μπέρνχαρντ Ρίμαν** (Bernhard Riemann) (1826-1866) που το 1854 τη γενίκευσε σε περισσότερες διαστάσεις. Να προσθέσουμε εδώ ότι ο επίσης μεγάλος μαθηματικός **Ντάβιντ Χίλμπερτ** (David Hilbert) (1862-1943), ο οποίος είχε εν τω μεταξύ μάθει για τις έρευνες του Αϊνστάιν, ξεκίνησε και ο ίδιος, ιδιαίτερα τους κρίσιμους τελευταίους μήνες μέχρι το Νοέμβριο του 1915, να λύσει το πρόβλημα και κατέληξε με διαφορετικό τρόπο σε όμοιες εξισώσεις, σχεδόν ταυτόχρονα με τον Αϊνστάιν. Αυτό δημιούργησε μιαν άχαρη διαμάχη προτεραιότητας, η οποία βέβαια δεν μπορούσε να αμφισβητήσει τη θεμελιώδη προτεραιότητα του Αϊνστάιν στο θέμα.[4]

## Η σχέση $E=mc^2$ για την ισοδυναμία μάζας και ενέργειας είναι ασφαλώς η πιο φημισμένη εξίσωση της φυσικής

Είναι δίκαιο, απεναντίας, να πούμε ότι η Θεωρία της Σχετικότητας υπήρξε σχεδόν εξ ολοκλήρου έργο μόνον ενός ανθρώπου, του Αϊνστάιν. Χωρίς αυ-



**6. Ο Αϊνστάιν γράφει έναν τύπο για την βαρύτητα στο μαυροπίνακα του Ινστιτούτου Κάρνεγκι στην Πασαντίνα το 1931.**

**7. Ο Γερμανός μαθηματικός Τζορτζ Φρίντριχ Μπέρνχαρντ Ρίμαν**







τόν, η ανακάλυψη της θεωρίας, και ιδιαίτερα της Γενικής Σχετικότητας, δεν ξέρουμε πόσο θα είχε καθυστερήσει. Αν θεωρήσουμε, μάλιστα, την απλότητα των παραδοχών, την καθολικότητα των αρχών και το αναπόφευκτο των συμπερασμάτων ως κριτήρια επιστημονικής αισθητικής, η ομορφιά της θεωρίας του Αϊνστάιν δεν έχει ίσως το αντίστοιχό της στην επιστήμη.[5]

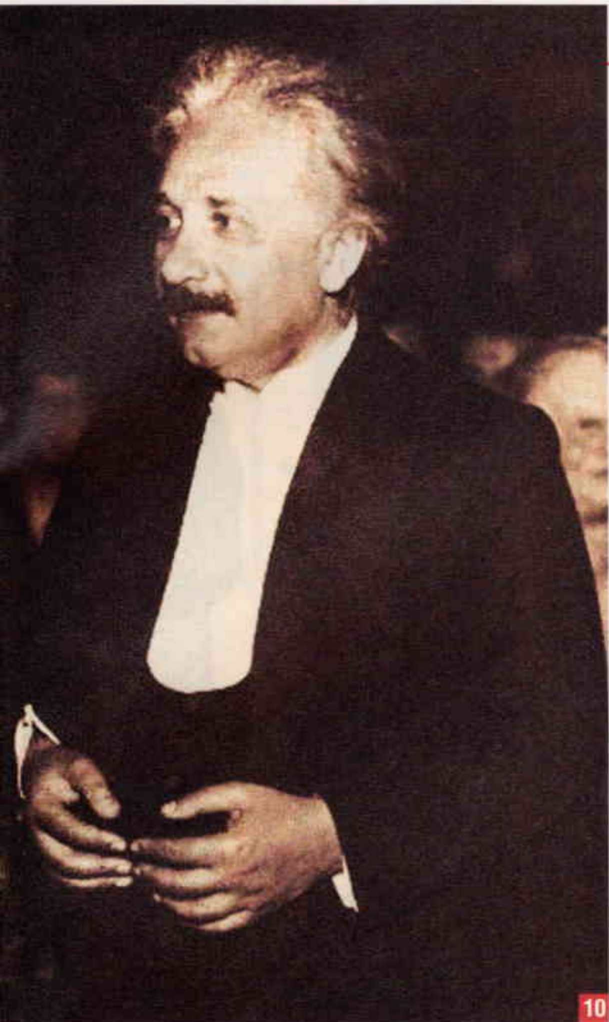
Μια φυσική θεωρία χωρίς μετρήσιμες προβλέψεις, οι οποίες να μπορεί να επιβεβαιωθούν ή να

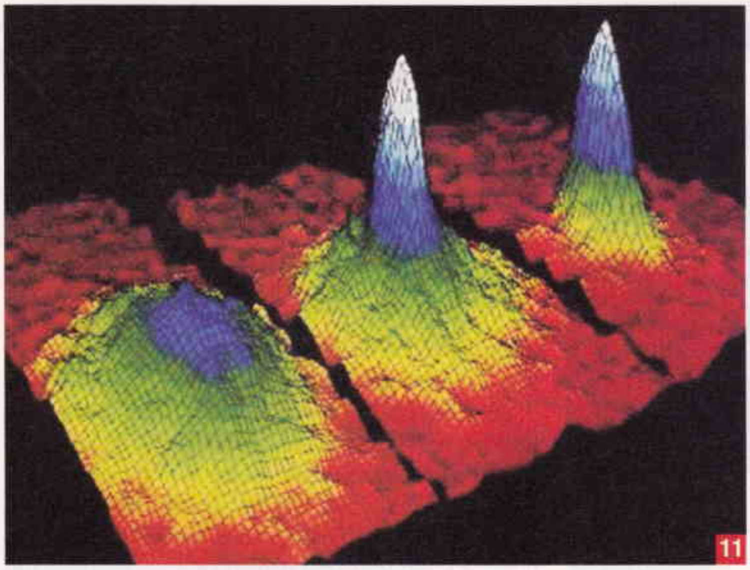
**Η Ειδική Σχετικότητα θα τον οδηγήσει δέκα χρόνια αργότερα (1915) στο μέγιστο επίτευγμά του, τη Γενική Σχετικότητα**

διαψευσθούν πειραματικά, δεν έχει νόημα. Η Γενική Σχετικότητα, μακράν τού να είναι μόνο μια τεχνική τροποποίηση της Νευτώνειας βαρύτητας, παρέσχε αμέσως κάποια κλασικά πλέον τεστ. Το πιο άμεσο και εντυπωσιακό ήταν η εξήγηση της από πολύ καιρό γνωστής μετατόπισης του περιηλίου του πλανήτη Ερμή. Οταν ο Αϊνστάιν βρήκε τη σωστή εξήγηση που πρόβλεπε η θεωρία του, ήταν τόσο συνεπαρμένος που για τρεις μέρες δεν μπορούσε να δουλέψει. Το άλλο καθοριστικό τεστ ήταν ο σωστός υπολογισμός της καμπύλωσης του φωτός από το πεδίο βαρύτητας του Ηλιου, που θα μπορούσε να παρατηρηθεί κατά τη διάρκεια μιας ηλιακής έκλειψης. Αν και στη σύγχρονη ανάλυση[6] οι παρατηρήσεις που έκανε η σχετική αποστολή, που οργάνωσε ο Βρετανός φυσικός **Αρθουρ Εντινγκτον** (Arthur Eddington) (1882-1944) το 1919, μπορεί να θεωρηθούν λιγότερο πειστικές απ' ό,τι νομίστηκε τότε, στάθηκαν παρ' όλ' αυτά αφορμή να εκτοξευθεί η φήμη του Αϊνστάιν σε απροσδόκητα επίπεδα και να τοποθετηθεί πλάι στον **Νεύτωνα** ως κορυφαία μορφή του επιστημονικού οικοδομήματος.

**8. Ο Ολλανδός αστρονόμος Βίλεμ ντε Σίτερ.**
**9. Ο Αμερικανός αστρονόμος Εντουιν Χαμπλ. Η ανακάλυψη της διαστολής του Σύμπαντος θα αναγκάσει τον Αϊνστάιν να παραδεχθεί τη «μεγάλη κοσμολογική γκάφα» του**

Μετά το 1915 ο Αϊνστάιν συνέχισε τη μελέτη των συνεπειών της Γενικής Σχετικότητας. Το 1916 έκανε την πρώτη μελέτη μιας θεωρίας βαρυτικών κυμάτων.[7] Την επόμενη χρονιά, το 1917, δημοσίευσε μια εργασία που σήμανε την αρχή ενός νέου κεφαλαίου στη φυσική, εκείνου της σύγχρονης σχετικιστικής κοσμολογίας. Είναι η εργασία όπου πρόσθεσε στις εξισώσεις έναν όρο, που σήμερα λέγεται «κοσμολογική σταθερά», για να πάρει στατικές λύσεις ενός ισοτροπικού, ομογενούς Σύμπαντος. Είναι αλήθεια ότι εκείνη την εποχή δεν υπήρχαν ενδείξεις γαλαξιακών κινήσεων μεγάλης κλίμακας. Αμέσως, πάντως, μετά τη δική του εργασία ο Ολλανδός αστρονόμος **Βίλεμ ντε Σίτερ** (Willem de Sitter) (1872-1934) βρήκε λύσεις των εξισώσεων με τον κοσμολογικό όρο αλλά χωρίς την παρουσία ύλης. Πιστεύοντας ότι δεν μπορεί να υπάρχουν τέτοιες λύσεις, ο Αϊνστάιν προ-





σπάθησε το 1918 να βρει τρόπους να τις απορρίψει, αλλά σύντομα κατέληξε ν' αποδεχθεί την ιδέα. Σήμερα, οι λύσεις του Σίτερ, που προβλέπουν εκθετική διαστολή του Σύμπαντος, αποτελούν τη βάση των λεγόμενων πληθωριστικών κοσμολογικών μοντέλων.[8] Τον κοσμολογικό όρο θ' αποσύρει το 1931 (αποκαλώντας τον τη «μεγαλύτερη γκάφα» της ζωής του) μετά τη μεγάλη ανακάλυψη του 1929 από τον Αμερικανό αστρονόμο **Εντουιν Χαμπλ** (Edwin Hubble) (1889-1953) ότι το Σύμπαν διαστέλλεται.[9] Είχε, όμως, τη γενναιότητα να παραδεχθεί ότι το 1922 ο Ρώσος μετεωρολόγος και μαθηματικός **Αλεξάντρ Φρίντμαν** (Aleksandr Friedmann) (1888-1925), χωρίς ακόμη πειραματικές ενδείξεις, μπόρεσε να βρει ότι οι εξισώσεις επιδέχονται μη στατικές λύσεις με ισοτροπική, ομογενή κατανομή ύλης, που αντιστοιχούν σ' ένα διαστελλόμενο Σύμπαν. Τότε, το 1922, ο Αϊνστάιν πίστεψε ότι η δικαιολόγηση του Φρίντμαν δεν ήταν σωστή, την επόμενη χρονιά όμως βρήκε το λάθος στη δικιά του αντίρρηση και αναγνώρισε στη συνέχεια το θεωρητικό έργο του Φρίντμαν. Θα πρέπει να αισθάνθηκε βαθιά απογοητευμένος από την όλη εξέλιξη.

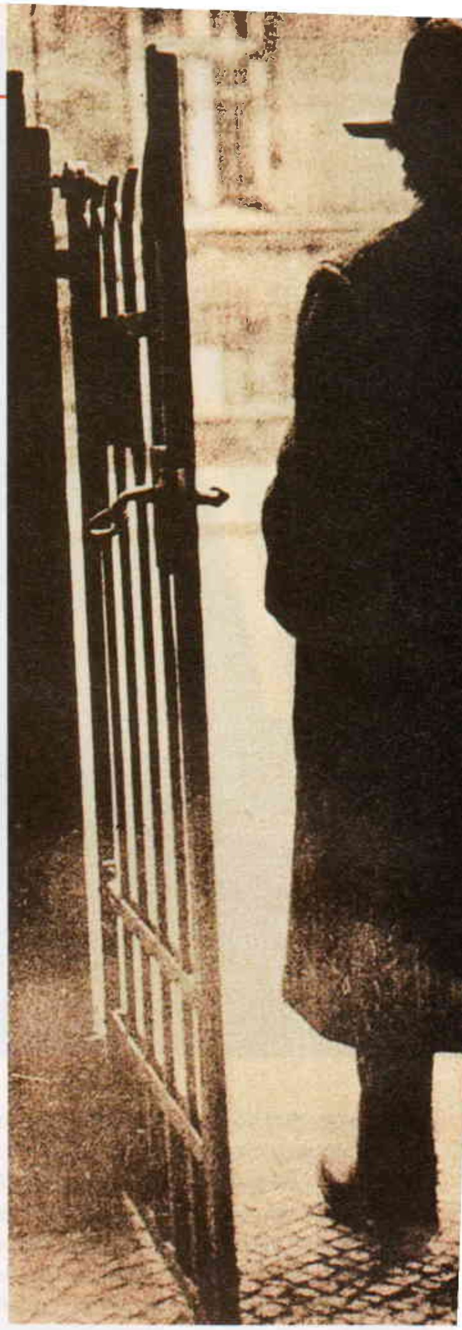
Τις χρονιές 1924 και 1925 ο Αϊνστάιν θα δώσει τις τελευταίες μεγάλες συνεισφορές του στη φυσική. Αυτές έχουν να κάνουν με τη γέννηση της κβαντικής στατιστικής. Θα προηγηθεί η εργασία του Ινδού φυσικού **Σατιεντρανάθ Μπόζε** (Satyendranath Bose) (1894-1974), ο οποίος το 1924 δημοσίευσε μια νέα στατιστική για ένα αέριο σωματιδίων με δύο καταστάσεις πόλωσης και των οποίων ο αριθμός δεν διατηρείται. Ο Αϊνστάιν, στον οποίον ο Μπόζε έστειλε τη δουλειά του, αντελήφθη τη σημασία της και τη γενίκευσε αμέσως σ' αυτό που ονομάστηκε από τότε στατιστική Μπόζε-Αϊνστάιν, τη μια από τις δύο μεγάλες κατηγορίες στατιστικής των κβαντικών αερίων [η δεύτερη, των Φέρμι-Ντιρακ (Fermi-Dirac) θα ανακαλυφθεί το 1926]. Το 1925 θα δημοσιεύσει τη συζήτησή του πάνω στη συγκέντρωση στην ίδια βασική κβαντική κατάσταση σωματιδίων που ακολουθούν αυτή τη στατιστική, ιδιότητα που ονομάστηκε συμπύκνωση Μπόζε-Αϊνστάιν και αποτελεί βασικό φαινόμενο μέχρι σήμερα.

## Δημιούργησε τη Θεωρία της Σχετικότητας όταν σκέφτηκε: «Αν κάποιος πέφτει ελεύθερα, δεν θα αισθανθεί το δικό του βάρος»

Παράλληλα, η έννοια του κβάντου φωτεινής ενέργειας που εισήγαγε το 1905 συνέχισε να τον απασχολεί και εξελισσόταν σιγά σιγά μέσα του η ιδέα ενός θεμελιώδους σωματιδίου με ενέργεια και ορμή. Η ιδέα αυτή έβρισκε σημαντική αντίσταση, μέχρι που τα πειράματα σκέδασης του φωτός με ηλεκτρόνια το 1923 [το γνωστό φαινόμενο Κόμπτον (Compton)] έδειξαν ότι είχε δίκιο. Μια ομιλία του ▶

**10. Ο Αλμπερτ Αϊνστάιν με τον Μαξ Πλανκ.**
**11. Γραφική παράσταση του συμπυκνώματος Μπόζε-Αϊνστάιν, μια υπαρκτή πέμπτη κατάσταση της ύλης**





12. Ο εισηγητής της κβαντικής θεωρίας. Βέρνερ Χάιζενμπεργκ.
13. Η τελευταία φωτογραφία (Πρίνστον, Μάρτιος 1955)

το Μάιο του 1925 στην Ακαδημία Επιστημών της Βραζιλίας, που πρόσφατα μεταφράστηκε ολόκληρη,[10] αποτελεί την τελευταία δημοσιευμένη παρατήρηση του Αϊνστάιν πάνω στο θέμα, λίγο πριν ξεκινήσει η επανάσταση της κβαντικής μηχανικής τον Ιούνιο του 1925 από τον **Βέρνερ Χάιζενμπεργκ** (Werner Heisenberg) (1901-1976). Να παρατηρήσουμε ότι ο όρος «φωτόνιο» χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από το φυσικοχημικό **Γκίλμπερτ Λιούις** (Gilbert Lewis) (1875-1946) το 1926 και, έτσι, η χρήση του πριν από αυτή τη χρονιά αποτελεί απλά βολικό αναχρονισμό.

Τα τελευταία τριάντα χρόνια της ζωής του θα κυλήσουν πάνω σε δύο βασικές εμμονές. Η πρώτη έχει να κάνει με την αντίδρασή του απέναντι στην κβαντική μηχανική. Στην αρχή πίστεψε ότι περιείχε λογικές ασυνέπειες, αλλά αυτό δεν διήρκεσε πολύ. Αν και γρήγορα αναγνώρισε ότι συνιστά μια μείζονα πρόοδο με αναμφισβήτητες επιτυχίες, αρνήθηκε να δεχθεί ότι αποτελεί μια ολοκληρωμένη περιγραφή της φύσης. Είχε τη γνώμη ότι θα πρέπει να βρεθεί ένα βαθύτερο θεωρητικό πλαίσιο που θα επιτρέπει την περιγραφή των φαινομένων ανεξάρτητα από τις πειραματικές συνθήκες παρατήρησης. Πίστευε σε μιαν αιτιότητα που φαινόταν να έχει χαθεί οριστικά.[11]

Από την άλλη μεριά, συνέχισε την έρευνα για μια ενοποίηση της βαρύτητας και του ηλεκτρομαγνητισμού, ακολουθώντας πότε τον ένα πότε τον άλλο τρόπο, αποτυγχάνοντας και ξαναπροσπαθώ-

**Τη διετία 1924-25 θα δώσει τις τελευταίες μεγάλες συνεισφορές του στη φυσική, με τη γέννηση της κβαντικής στατιστικής**

ντας. Είναι χαρακτηριστικό ότι ήδη από τις δεκαετίες του 1920 και του 1930 φάνηκε ότι υπήρχαν άλλες δύο δυνάμεις, οι ασθενείς δυνάμεις της ραδιενέργειας και οι ισχυρές πυρηνικές δυνάμεις. Αν και δεν ήταν –ούτε βέβαια είναι– λιγότερο θεμελιώδεις από τις άλλες δύο, προτίμησε να τις αγνοήσει. Ο μαθηματικός φυσικός **Αβραάμ Τάουμπ** (Abraham Taub), που εργάστηκε στο Πρίνστον, έχει πει[12] ότι η απάντηση που έδωσε κάποτε ήταν ότι πίστευε πως στο τέλος αυτές θα αποδεικνύονταν διαφορετικές πλευρές της ηλεκτρομαγνητικής δύναμης.[13]

Το μάταιο των τελευταίων προσπαθειών του δεν μείωσε στο ελάχιστο την ακτινοβολία των προηγούμενων επιστημονικών επιτευγμάτων του, αλλά και την παρουσία του στη διεθνή ζωή. Δεν είναι τυχαίο ότι το περιοδικό «Time» τον ανακήρυξε «Άνθρωπο του 20ού αιώνα». Έζησε σε μια εποχή μεγάλων πολιτικών και κοινωνικών γεγονότων και ο προσανατολισμός του πάνω σ' αυτά απέρρεε από μια βαθιά αίσθηση ηθικής και δικαιοσύνης. Ο φιλειρηνισμός και η παγκόσμια κατανόηση ήταν κύρια ιδανικά του. Μπήκε γι' αυτό και ο ίδιος στο στόχαστρο υποψιών, αλλά δεν δίστασε να σταθεί αλληλέγγυος όπου μπορούσε και να υποστηρίξει ανθρώπους, όπως ο **Ρόμπερτ Οπενχάιμερ** (Robert Oppenheimer), όταν ξέσπασε το κυνήγι μαγισσών.

Σ' ένα πιο εσωτερικό επίπεδο, ήταν επηρεασμένος από τον πανθεϊσμό του **Σπινόζα** και η φιλοσοφία διαπερνούσε την προσωπικότητά του. Αλλά αν και έπαιζε κάποιο, όχι πάντως άμεσο, ρόλο στις δημιουργικές του προσπάθειες, ήταν έτοιμος να αλ-



13

στής ή πυθαγόρειος όσο θεωρεί την άποψη της λογικής απλότητας ως ένα απαραίτητο και αποτελεσματικό εργαλείο της έρευνάς του».[14] Ομως, στην περίπτωση της κβαντικής μηχανικής φάνηκε να παραμένει προσκολλημένος σ' έναν ρεαλισμό ή, καλύτερα, σε μιαν αντικειμενική πραγματικότητα όπως την όριζε ο ίδιος [π.χ. στο πολυσυζητημένο άρθρο που έγραψε το 1935 με τους **Μπόρις Ποντόλσκι** (Boris Podolsky) και **Νέιθαν Ρόουζεν** (Nathan Rosen)]. Ή μήπως;

Διηγείται[15] ο **Τζον Αρτσιμπαλντ Γουίλερ** (John Archibald Wheeler), πατριαρχική μορφή της σύγχρονης φυσικής, ότι το 1942 παρέδωσε στον Αϊνστάιν την διδακτορική διατριβή τού νεαρού τότε μαθητή του **Ρίτσαρντ Φέινμαν** (Richard Feynman), που περιείχε την προσέγγισή του στην κβαντική μηχανική, που έμεινε γνωστή ως «άθροισμα πάνω στις ιστορίες» (άθροισμα των συνεισφορών πάνω σε όλους τους δυνατούς δρόμους που μπορεί να ακολουθήσει ένα σωματίδιο καθώς κινείται από ένα σημείο σε ένα άλλο). Ενθουσιασμένος ο Γουίλερ από την εργασία τού μετέπειτα διάσημου Φέινμαν, είπε στον Αϊνστάιν: «Δεν είναι θαυμάσιο; Δεν σε κάνει να πιστέψεις στην κβαντική θεωρία;». Ο Αϊνστάιν διάβασε τη διατριβή. Η απάντησή του ήταν: «Εξακολουθώ να μην πιστεύω ότι ο Θεός παίζει ζάρια... αλλά ίσως έχω κατακτήσει το δικαίωμα να κάνω τα λάθη μου».

Είναι αδύνατο να μην εκτιμήσει κανείς βαθιά έναν άνθρωπο που, ας το πούμε έτσι, δεν θέλησε να λάξει γνώμη αν τα ευρήματά τους έδειχναν κάτι τέτοιο. Χάραξε, έτσι, και εδώ πορεία: μαθαίνουμε φιλοσοφία της επιστήμης κάνοντας επιστήμη, όχι το ανάποδο. Γράφει ο ίδιος στις αυτοβιογραφικές του σημειώσεις για το πώς εμφανίζεται ο επιστήμονας στο συστηματικό επιστημολόγο: «Αυτός [ο επιστήμονας] εμφανίζεται ως *ρεαλιστής* όσο ψάχνει να περιγράψει τον κόσμο ανεξάρτητα από τις ενέργειες της αντίληψης, ως *ιδεαλιστής* όσο βλέπει τις έννοιες και τις θεωρίες σαν ελεύθερες επινοήσεις του ανθρώπινου πνεύματος (που δεν παράγονται λογικά από αυτό που δίνεται εμπειρικά), ως *θετικιστής* όσο θεωρεί τις έννοιες και τις θεωρίες δικαιολογημένες μόνο στο βαθμό που παρέχουν μια λογική αναπαράσταση των σχέσεων ανάμεσα στις εμπειρίες των αισθήσεων, ακόμη και ως *πλατωνι-*



14

14. Ο Ρώσος μαθηματικός Αλεξάντρ Φρίντμαν.

15. Με τον Ινδό συγγραφέα Ραμπιντρανάθ Ταγκόρ (1861-1941)

«Εξακολουθώ να μην πιστεύω ότι ο Θεός παίζει ζάρια... αλλά ίσως έχω κατακτήσει το δικαίωμα να κάνω λάθη»

«παίξει ζάρια» όχι μόνο με την επιστήμη του και τις συνέπειές της, αλλά ούτε με τις πεποιθήσεις και την τύχη των συνανθρώπων του. Και που στο βάθος, δεν μπορεί, θα πρέπει να διατήρησε μιαν έσχατη αμφιβολία μέσα του: Μήπως κάπου κάνω λάθος;

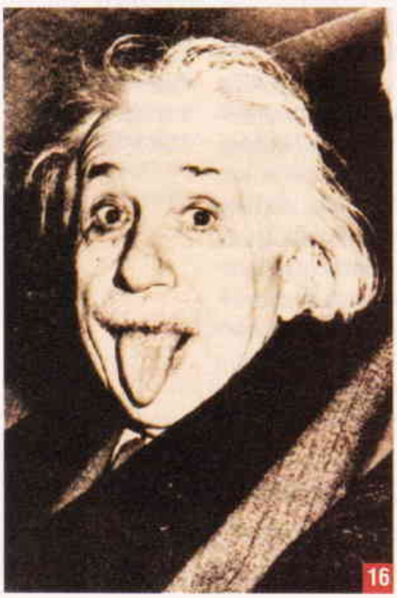
ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

1. Η πιο εκλεπτυσμένη μελέτη πάνω στην επιστήμη και τη ζωή του Αλμπερτ Αϊνστάιν είναι αυτή του A. Pais, *«Subtle is the Lord...»*, Oxford University Press, 1982.
2. Μια επιπλέον διάσταση στους παράλληλους δρόμους Αϊνστάιν-Πουανκαρέ περιέχεται στο βιβλίο του P. Galison, *«Einstein's Clocks· Poincaré's Maps: Empires of Time»*, W. Norton, 2003.
3. Μέχρι σήμερα η συμμετρία Lorentz έχει αντέξει όλους τους πειραματικούς ελέγχους και αποτελεί μιαν ακλόνητη συμμετρία των φυσικών θεωριών μας.



15

4. Βλ. π.χ. J. Stachel: «New Light on the Einstein-Hilbert Priority Question», *Journal of Astrophysics and Astronomy*, volume 20, December 1999, σ. 91-101.
5. G. Farmelo (ed.), *«It Must be Beautiful, Great Equations of Modern Science»*, Granta Books, 2002.
6. Φαινόμενα καμπύλωσης του φωτός από μαζικά αντικείμενα («βαρυτικοί φακοί») είναι σήμερα τόσο καλά καθιερωμένα που αποτελούν ένα πολύ εντυπωσιακό εργαλείο της παρατηρησιακής αστρονομίας και κοσμολογίας.
7. Βαρυτικά κύματα έχουν ελεγχθεί έμμεσα στην περίπτωση των λεγόμενων δυαδικών πάλσαρ (συστήματα ζευγαριών αστέρων νετρονίων που χάνουν ενέργεια λόγω εκπομπής βαρυτικών κυμάτων). Σε πολλά σημεία της Γης, εξ άλλου, βρίσκονται σήμερα σε εξέλιξη γιγαντιαία πειράματα με τις πιο σύγχρονες τεχνικές της συμβολομετρίας λέιζερ για άμεση παρατήρηση βαρυτικών κυμάτων.
8. A. H. Guth, *«Το Πληθωριστικό Σύμπαν»*, εκδόσεις Γκοβόστη, 2001.



**16. «Μήπως κάνω λάθος;»**

9. Πρόσφατες παρατηρήσεις υποδεικνύουν ότι η διαστολή του Σύμπαντος επιταχύνεται, κάτι που ευνοεί την παρουσία ξανά μιας μικρής, μη μηδενικής θετικής κοσμολογικής σταθεράς (ή κάτι παρόμοιου, που έχει ονομαστεί «σκοτεινή ενέργεια»).
10. *New Scientist*, 6 Μαρτίου 2004, σ. 50 και www.arXiv.org/physics/0401044
11. Η κβαντική μηχανική έχει αντέξει όλους τους πειραματικούς ελέγχους και φαίνεται ν' αποτελεί μόνιμο μέρος της φυσικής κατανόησής μας.
12. Βλ. στο J. D. Barrow, *«The constants of Nature»*, Vintage, 2003.
13. Εκτός της βαρύτητας, όλες οι υπόλοιπες δυνάμεις περιγράφονται σήμερα με βάση την κβαντική θεωρία από το πολύ επιτυχημένο καθιερωμένο πρότυπο (βλ. π.χ. το άρθρο του G. Kane στο *Scientific American*, ελληνική έκδοση, Νοέμβριος 2003). Η περιγραφή της βαρύτητας από τη Γενική Σχετικότητα παραμένει, όμως, μια κλασική θεωρία και δεν ταιριάζει με το κβαντικό πλαίσιο. Αλλά μια θεωρία κβαντικής βαρύτητας χρειάζεται προκειμένου να καταλάβουμε τι συμβαίνει σε ακραίες καταστάσεις, όπως στις μαύρες οπές και το πολύ πρώιμο Σύμπαν (βλ. K. Thorne, *«Μαύρες τρύπες και στρεβλώσεις του χρόνου»*, εκδόσεις Κάτοπτρο, 1999). Μια θεωρία κβαντικής βαρύτητας παραμένει προς το παρόν μια ανοικτή ιστορία [βλ. π.χ. τη συνέντευξη του B. Greene, Το μέλλον της θεωρίας χορδών, *Scientific American*, ελληνική έκδοση, Δεκέμβριος 2003 και τα βιβλία του *«The Elegant Universe»*, (Vintage, 2000) και *«The Fabric of the Cosmos»* (Knopf, 2004), καθώς επίσης το άρθρο του L. Smolin, Τα «άτομα» του χώρου και του χρόνου, *Scientific American*, ελληνική έκδοση, Μάρτιος 2004, και το βιβλίο του «Τρεις δρόμοι προς την κβαντική βαρύτητα», εκδόσεις Κάτοπτρο, 2002].
14. P. A. Schilpp (ed.), *A. Einstein: Philosopher-Scientist*, Open Court Publishing Co., 1949, σ.684.
15. Βλ. στο A. D. Aczel, *«Entanglement»*, J.Wiley, 2003. ■

# ΓΛΩΣΣΑΡΙ

Του ΣΤΡΑΤΟΥ ΘΕΟΔΟΣΙΟΥ
επίκουρου καθηγητή Αστροφυσικής,
Τμήμα Φυσικής Πανεπιστημίου Αθηνών

**Κβάντουμ**, κβάντα στον πληθυντικό, σημαίνει στα λατινικά στοιχειώδης ποσότητα αδιαίρετη που υπάρχει στη Φύση. Στη Φυσική κβάντουμ είναι η διακεκριμένη ποσότητα (πακέτο) ενός φυσικού μεγέθους (ενέργειας ηλεκτρικού φορτίου, στροφορμής κ.ά.).

**Θεωρία των κβάντα:** γενική θεωρία της Φυσικής που βασίζεται στην αντίληψη του Μαξ Πλανκ ότι η ακτινοβολούμενη ενέργεια είναι κβαντισμένη, δηλαδή αποτελείται από ακέραια πολλαπλάσια μιας στοιχειώδους μοναδιαίας ποσότητας που ονομάζεται κβάντουμ (ή κβάντο) ενέργειας.

**Κβαντομηχανική:** ο κλάδος της Μαθηματικής Φυσικής που ασχολείται με την κίνηση των ηλεκτρονίων, πρωτονίων, νετρονίων και των άλλων υποατομικών σωματιδίων από τα οποία απαρτίζονται τα άτομα και τα μόρια. Από το 1925 μέχρι σήμερα οι ιδέες και οι μέθοδοι της Κβαντομηχανικής επικράτησαν και κυριαρχούν στην Ατομική, Πυρηνική και Μοριακή Φυσική, καθώς και στη Χημεία.

**Ηλεκτρόνιο:** στοιχειώδες σωματίδιο, το κβάντουμ του ηλεκτρισμού, που φέρει αρνητικό φορτίο ίσο προς το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο. Αποτελεί θεμελιώδες συστατικό της ύλης.

**Πυρήνας:** σύμφωνα με την Ατομική Θεωρία, κάθε άτομο αποτελείται από τον θετικώς ηλεκτρισμένο πυρήνα του, γύρω από τον οποίο περιφέρονται τα ηλεκτρόνια, σε κυκλικές ή ελλειπτικές τροχιές διαφόρων διαμέτρων. Ο πυρήνας αποτελείται από τα *πρωτόνια* και τα *νετρόνια*, που μαζί απαρτίζουν τα *νουκλεόνια*, από το «νούκλεους» (nucleus), που σημαίνει πυρήνας.

**Φωτόνιο:** το φως εξεταζόμενο σε υποατομική κλίμακα διαπιστώνεται ότι εκπέμπεται και απορροφάται κατά διακεκριμένες ποσότητες (κβάντα). Αυτά τα κβάντα φωτός, τα οποία εμφανίζουν χαρακτηριστικά σωματιδίων, ο Αϊνστάιν τα ονόμασε φωτόνια. Συνεπώς φωτόνιο είναι το κβάντο φωτός ή γενικότερα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και φορέας των ηλεκτρομαγνητικών αλληλεπιδράσεων. Το φωτόνιο είναι το μικρότερο σωματίδιο ακτινοβολίας –χωρίς μάζα– που κινείται με την ταχύτητα του φωτός.

**Μιόνιο:** υποατομικό σωματίδιο, με σύμβολο (μ), παρόμοιο με το ηλεκτρόνιο, αλλά 207 φορές βαρύτερο από αυτό. Η μάζα του ισοδυναμεί με 105,66 MeV. Απαντά υπό δύο μορφές: το αρνητικά

φορτισμένο ($\mu^-$) και το θετικά φορτισμένο αντισωματίδιό του ($\mu^+$). Λόγω του ηλεκτρικού φορτίου του υπόκειται στις ηλεκτρομαγνητικές αλληλεπιδράσεις.
**Ακτινοβολία:** η ενέργεια που εκπέμπεται στο γύρω χώρο από ένα διάπυρο σώμα, όπως ένα άστρο. Συνήθως η ενέργεια που παράγεται στα αστέρια διαδίδεται από το εσωτερικό τους στην επιφάνεια με τρεις μηχανισμούς: α) με μεταφορά μάζας, β) με ακτινοβολία και γ) με αγωγή.
**Θεωρίες Σχετικότητας:** σύνολο θεωριών που προτάθηκαν από τον Αλμπερτ Αϊνστάιν το 1905 και τα ακόλουθα έτη μέχρι το 1916 και αποτελούν το γενικό πλαίσιο μέσα στο οποίο τοποθετούνται οι φυσικοί νόμοι. Διακρίνονται στην Ειδική Σχετικότητα και στη Γενική Σχετικότητα, θεωρίες που επέτρεψαν τη διατύπωση της ισοδυναμίας μάζας και ενέργειας ($E = mc^2$).
**Ειδική Σχετικότητα:** η θεωρία που αναφέρεται στην ισοδυναμία, όσον αφορά τους φυσικούς νόμους, όλων των συστημάτων αναφοράς με ομοιόμορφη μετάθεση, δηλαδή των συστημάτων που κινούνται με ομαλή σχετική κίνηση. Ουσιαστικά μας δίνει μια έκθεση-μετάθεση των νόμων της Μηχανικής γενικότερη από εκείνη του Νεύτωνα, που είναι σύμφωνη με τους νόμους του Ηλεκτρομαγνητισμού του Μάξγουελ. Θεμελιώδης αναθεώρηση της Μηχανικής.
**Γενική Σχετικότητα:** είναι η γενίκευση της αρχής της Ειδικής Σχετικότητας. Συνεπώς είναι η θεωρία που αναφέρεται στην ισοδυναμία όλων των συστημάτων αναφοράς και έτσι περιλαμβάνει και τις περιπτώσεις επιταχυνόμενων συστημάτων. Αποτελεί τη σύνθεση Μηχανικής και Βαρύτητας.
**Χρόνος:** η τέταρτη διάσταση, που χρησιμοποιεί στη Σχετικότητα ο Αλμπερτ Αϊνστάιν.
**Χωροχρόνος:** έννοια της Φυσικής που αναγνωρίζει την ενότητα χώρου και χρόνου. Χρησιμοποιήθηκε από τον Αλμπερτ Αϊνστάιν ως προϋπόθεση για τις Θεωρίες της Σχετικότητας.
**Ευκλείδειος χώρος:** ο φυσικός χώρος που αποτελεί ένα τρισδιάστατο συνεχές, μια διάταξη όλων των δυνατών θέσεων των σημείων, στο οποίο μπορούν να εφαρμοστούν οι αρχές της Ευκλείδειας Γεωμετρίας. Σε μια τέτοια χωρική πολλαπλότητα προσαρμόζονται φυσιολογικά οι καρτεσιανές συντεταγμένες (x, ψ, z) και οι ευθείες γραμμές. Χώρος και χρόνος είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους οντότητες.
**Νευτώνειο Σύμπαν:** μελετάται με την Ευκλείδεια Γεωμετρία. Σ' αυτό, τα ομοιόμορφα κινούμενα συστήματα χωρικών συντεταγμένων, που συνδέονται με ομοιόμορφα χρονικά «συνεχή», αντιπροσωπεύουν μη επιταχυνόμενες κινήσεις, που αποτελούν την ειδική κατηγορία των λεγόμενων *αδρανειακών συστημάτων* αναφοράς. Το Σύμπαν που στηρίζεται σ' αυτή τη σύμβαση καλείται Νευτώνειο.
**Σύμπαν Μινκόφσκι:** με τη χρήση ενός τετραδιάστατου χωροχρονικού συνεχούς, μπορεί να δημιουργηθεί μια άλλη σαφώς καθορισμένη γεωμετρία, το Σύμπαν Μινκόφσκι (από τον Χέρμαν Μινκόφσκι). Στο Σύμπαν αυτό η χρονική συντεταγμένη ενός συστήματος συντεταγμένων εξαρτάται τόσο από τη χρονική όσο και από τη χωρική συντεταγμένη ενός άλλου, σχετικά κινούμενου, συστήματος, παρουσιάζοντας έτσι την ουσιώδη μεταβολή που ήταν απαραίτητη για την Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας.
**Σύμπαν Ρίμαν:** βασίζεται στη μη Ευκλείδεια Γεωμετρία του Μπέρνχαρντ Ρίμαν της θετικής καμπυλότητας ($\varepsilon>0$). Στην ουσία, ενώ οι γεωδαισιακές γραμμές ενός συνεχούς του Μινκόφσκι –χωρίς επιταχύνσεις του σημείου μάζας– είναι ευθείες γραμμές, οι γεωδαισιακές γραμμές ενός Σύμπαντος της Γενικής Σχετικότητας ή ενός Σύμπαντος Ρίμαν, που περιέχει τοπικές συγκεντρώσεις μάζας, είναι κυρτές και τα πεδία βαρύτητας μπορούν να ερμηνευθούν ως εκδηλώσεις της χωροχρονικής καμπυλότητας.
**Χώροι Ρίμαν:** το 1854 ο Μπέρνχαρντ Ρίμαν γενίκευσε τις έννοιες της *καμπυλότητας των επιφανειών* (ε) σε χώρους με οποιαδήποτε διάσταση. Λέγοντας *καμπυλότητα ενός χώρου*, οποιασδήποτε διάστασης, εννοούμε έναν παράγοντα ο οποίος χαρακτηρίζει το είδος της γεωμετρίας που περιγράφει τις ιδιότητές του.
Ετσι, οι χώροι του Ρίμαν μεταβλητής καμπυλότητας περιέχουν ως ειδική περίπτωση:
α) τους Ευκλείδειους χώρους με οποιαδήποτε διάσταση, αλλά μηδενικής καμπυλότητας ($\varepsilon=0$), Σύμπαν επίπεδο·
β) τους υπερβολικούς χώρους του Λομπατσέφσκι με σταθερή αρνητική καμπυλότητα ($\varepsilon<0$), Σύμπαν υπερβολικό, και
γ) τους ελλειπτικούς χώρους με σταθερή θετική καμπυλότητα ($\varepsilon>0$), Σύμπαν σφαιρικό. Ο Ρίμαν περιέγραψε αυτούς τους χώρους, πράγμα που οδήγησε τους ερευνητές στο να δίνουν συχνά την ονομασία Γεωμετρία του Ρίμαν στη Στοιχειώδη Ελλειπτική Γεωμετρία.
Η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας εδράζεται στους χώρους του Ρίμαν με μεταβλητή καμπυλότητα.
**Μαύρη τρύπα:** ουράνιο σώμα που δημιουργεί ένα εξαιρετικά ισχυρό πεδίο βαρύτητας, από το οποίο δεν είναι δυνατόν να διαφύγει τίποτε, ούτε καν το φως. Σύμφωνα με τη θεωρία, μια μαύρη τρύπα μπορεί να προκύψει μετά το «θάνατο» ενός υπερμαζικού αστέρα. Μαύρες τρύπες καταλήγουν τα άστρα εκείνα, που μετά την τελική έκρηξη και την εκτόξευση μεγάλης ποσότητας ύλης στο μεσοαστρικό χώρο, η μάζα που απομένει είναι μεγαλύτερη από 3,2 ηλιακές μάζες. ■

# Βιβλιογραφία


BODANIS D.,
***«E=mc»***, μετάφραση Α. Αλαβάνου, εκδ. Νέα Σύνορα-Λιβάνης, Αθήνα 2003.

ΔΑΝΕΖΗΣ Μ.–ΘΕΟΔΟΣΙΟΥ Σ.,
***Το Σύμπαν που αγάπησα-Εισαγωγή στην Αστροφυσική***, εκδ. Δίαυλος, Αθήνα 1999,
***Η Κοσμολογία της Νόησης-Εισαγωγή στην Κοσμολογία***, εκδ. Δίαυλος, Αθήνα 2003.

FRANK F.,
***Αϊνστάιν, η ζωή του και η εποχή του***, μετάφραση Β. Σκληρού, εκδ. Γ. Λαδιάς, Αθήνα 1978.

EINSTEIN A.,
***Η ειδική θεωρία της σχετικότητας***, μετάφραση-σχόλια Θ. Χρηστακόπουλου, εκδ. Τροχαλία, Αθήνα 1998,
***Η θεμελίωση της γενικής θεωρίας της σχετικότητας***, μετάφραση-σχόλια Θ. Χρηστακόπουλου, εκδ. Τροχαλία, Αθήνα 1999.

HOFFMANN B.,
***Αϊνστάιν, δημιουργός και επαναστάτης***, μετάφραση Ν. Ταμπάκη, εκδ. Ι. Ζαχαρόπουλος, Αθήνα 1982.

GUTH A.H.,
***Το Πληθωριστικό Σύμπαν***, εκδ. Γκοβόστη, Αθήνα 2001.

MOORE P.,
***Οι επιστήμονες που διαμόρφωσαν τον κόσμο μας***, μετάφραση Μ. Βενετσάνου, εκδ. Σαββάλας, Αθήνα 2003.

OVERBYE D.,
***Ερωτευμένος Αϊνστάιν***, μετάφραση Ε. Λογοθέτη, εκδ. Πατάκης, Αθήνα 2003.

ΣΠΑΝΔΑΓΟΣ Ε.,
***Η ζωή και το έργο του Κωνσταντίνου Καραθεοδωρή***, 3η έκδ., εκδ. Αίθρα, Αθήνα 2003.

ΧΟΝΔΡΟΣ Δ.,
***Α. Αϊνστάιν***, Αθήνα 1955.

BERNSTEIN J.,
***Albert Einstein and the Frontiers of Physics***, Oxford University Press, Νέα Υόρκη 1996.

BRIAN D.,
***Einstein, a Life***, John Wiley and Sons, Νέα Υόρκη 1996.

CLARK R.W.,
***Einstein. The Life and Times***, Avon Books, Νέα Υόρκη 1970.

RHODES R.,
***The Making of the Atomic Bomb***, Simon & Schuster Inc., Νέα Υόρκη 1986.

EINSTEIN A.,
***Out of my Later Years***, Carol Publishing Group, Νέα Υόρκη 1995.

HIGHFIELD G.–CARTER P.,
***Soukromy zivot Alberta Einsteina***, Nakladatelstvi Lidove Noviny, Πράγα 1994.

HOLTON G.,
***Einstein History and Other Passions***, American Institute of Physics, Νέα Υόρκη 1995.

HOLTON G.–ELKANA Y.,
***Albert Einstein. Historical and Cultural Perspectives***, Dover, Νέα Υόρκη 1982.

KOUZNETSOV B.,
***Einstein***, Editions du Progres, Μόσχα 1959.

LALIVON G.,
***Einstein***, A. Mason, Παρίσι 1956.

OVALOV I.,
***Einstein History***, Λονδίνο 1956.

PAIS A.,
***The Science and the Life of Albert Einstein***, Oxford University Press, Νέα Υόρκη 1997.

SCHILPP P.A.,
επιμ., ***A. Einstein, Philosopher-Scientist***, Open Court Publishing Co., Λονδίνο 1949.

STACHEL J.,
«New Light on the Einstein-Hilbert Priority Question», ***Journal of Astrophysics and Astronomy***, 20, December 1999, σ. 91-101.

WHITROW G.,
***Einstein, The Man and His Achievements***, Dover, Νέα Υόρκη 1967.




Ο Αϊνστάιν με τον πρωθυπουργό των Ινδιών Νεχρού (Πρίνστον, 1949)


**Επιλογή εικονογραφικού υλικού-τεκμηρίωση:**
**ΑΡΤ. ΨΑΡΟΜΗΛΙΓΚΟΣ**